Ortaöğretim

BİYOLOJİ

11. Sınıf

Ders Kitabı

Doç. Dr. Dilek Sultan Acarlı
Hüseyin Abdurrahman Acarlı

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 28.05.2018 tarih ve 78 sayılı kararıyla
2018-2019 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle
ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

KÖK-e
yayıncılık
Kök-e Yayıncılık Eğitim Tic. Ltd. Şti.

İncesu Cad. No: 10/2 06670 Kolej/Ankara
Tel.: (0312) 435 04 97 • Faks: (0312) 430 26 22
e-posta: kokbilgi@kokyayincilik.com.tr

Bu kitabın basım ve yayım hakkı Kök-e Yayıncılık Eğitim Tic. Ltd. Şit.'ne aittir. Fikir ve Sanat Eserleri Yasası uyarınca yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, basılamaz, disket, video, fotokopi vb. ile çoğaltılıp kullanılamaz.

Editör
Prof. Dr. Haluk SORAN

Dil Uzmanı
Emel YELKENCİ SARAL

Görsel Tasarım Uzmanı
Özgür Hakan ASLAN

Baskı ve Cilt:
başak Matbaacılık ve Tanıtım Hiz. Ltd. Şti.

Sertifika No: 12689

Baskı Yeri ve Yılı: Ankara, 2019

Yayıncı Sertifika No: 41684
ISBN: 978-605-65707-3-5

KÖK-e
yayıncılık

İncesu Cad. Nu.: 10/1 06670 Kolej/Ankara
Tel.: (0312) 435 04 97 • 434 47 22
Faks: (0312) 430 26 22

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

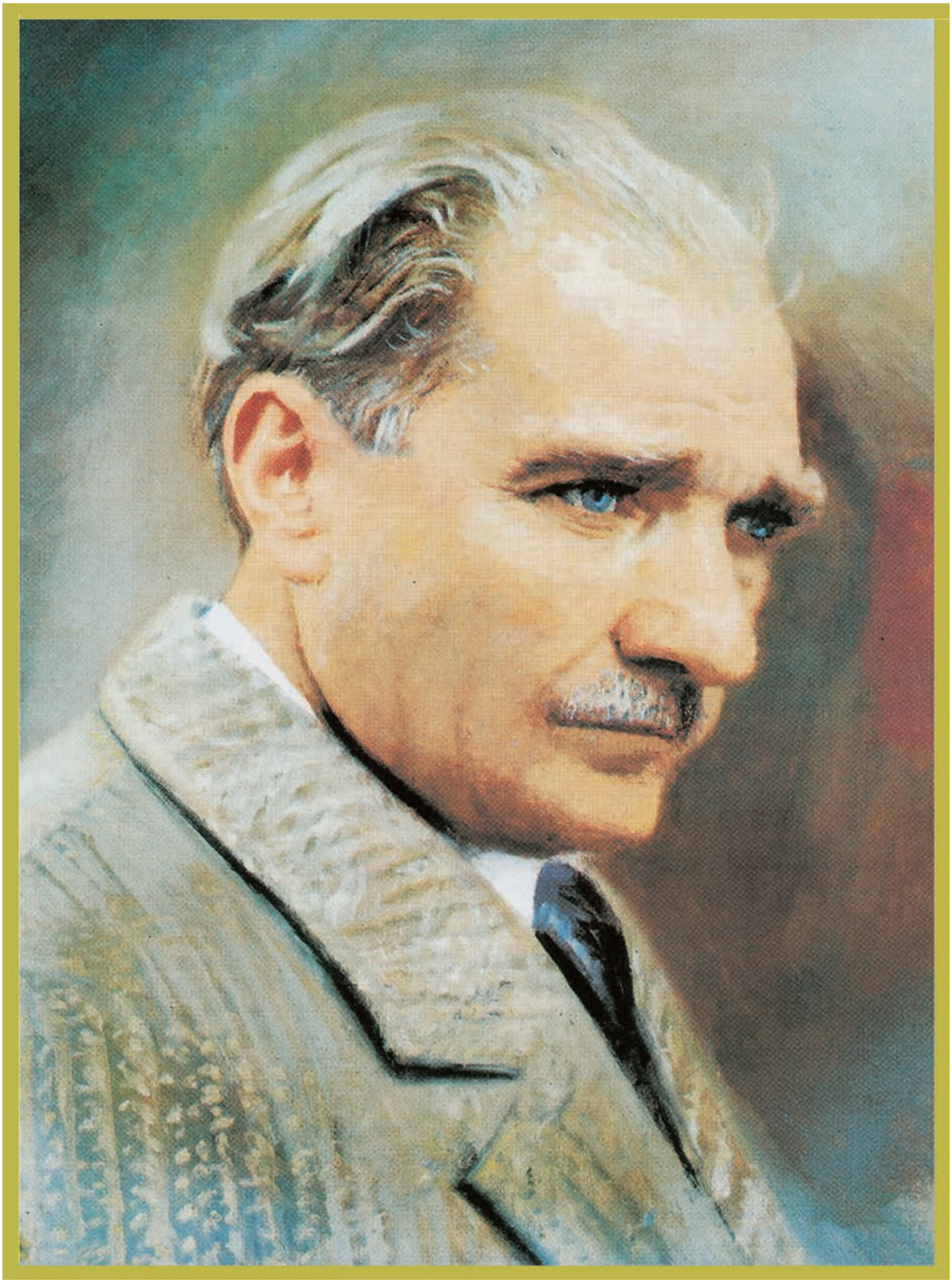
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

I. ÜNİTE

İnsan Fizyolojisi

1. Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları 17
- 1.1. Sinir Sistemi 17
  - 1.1.1. Sinirsel Denetim 18
    - 1.1.1.1 Sinir Hücresi (Nöron) 18
    - 1.1.1.2. Nörogliya (Gliya) Hücreleri 19
    - 1.1.1.3. Nöron Çeşitleri 19
    - 1.1.1.4. Sinir Hücrelerinde İmpuls Oluşumu ve İletimi 20
    - 1.1.1.5. Sinapslarda İmpuls İletimi 24
  - 1.1.2. Merkezî Sinir Sistemi 27
    - 1.1.2.1. Beyin 27
    - 1.1.2.2. Omurilik 31
  - 1.1.3. Çevresel Sinir Sistemi 33
    - 1.1.3.1. Somatik Sinir Sistemi 33
    - 1.1.3.2. Otonom Sinir Sistemi 33
- 1.2. Endokrin Sistem (Hormonal Sistem) 43
  - 1.2.1. Hipofiz Bezi 44
  - 1.2.2. Tiroit Bezi 46
  - 1.2.3. Paratiroit Bezi 48
  - 1.2.4. Böbrek Üstü Bezleri (Adrenal Bezler) 49
  - 1.2.5. Pankreas 50
  - 1.2.6. Eşeysel Bezler 53
  - 1.2.7. Timüs Bezi 53
  - 1.2.8. Epifiz Bezi 54
- 1.3. Duyu Organları 54
  - 1.3.1. Göz 54
  - 1.3.2. Kulak 60
  - 1.3.3. Burun 64
  - 1.3.4. Dil 64
  - 1.3.5. Deri 65

1. Bölüm Değerlendirme 69

2. Destek ve Hareket Sistemi 76
- 2.1. İskelet Sistemi 76
    - 2.1.1. Kemik Doku 77
    - 2.1.2. Kıkırdak Doku 81
    - 2.1.3. Eklemler 81

2.2. Kas Sistemi 82
  2.2.1. İskelet Kasları (Çizgili Kaslar) 82
  2.2.2. Düz Kaslar 83
  2.2.3. Kalp Kası 83
  2.2.4. Çizgili Kasın Kasılması (Huxley'in Kayan İplikler Hipotezi) 83
  2.2.5. Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar 84
  2.2.6. İskelet Kasının Kasılma Mekanizması 85
2.3. İskelet-Kas İlişkisi 87

2. Bölüm Değerlendirme 94

3. Sindirim Sistemi 99

3.1. Sindirim Kanalı Organları 101
  3.1.1. Ağız 101
  3.1.2. Yutak 102
  3.1.3. Yemek Borusu 103
  3.1.4. Mide 103
  3.1.5. İnce Bağırsak 104
  3.1.6. Kalın Bağırsak 105
3.2. Sindirime Yardımcı Organlar ve Yapılar 106
  3.2.1. Tükürük Bezleri 106
  3.2.2. Karaciğer 107
  3.2.3. Safra Kesesi 108
  3.2.4. Pankreas 108
3.3. Besinlerin Kimyasal Sindirimi 110
  3.3.1. Karbonhidratların Sindirimi 110
  3.3.2. Proteinlerin Sindirimi 111
  3.3.3. Yağların Sindirimi 112
3.4. Besinlerin Emilimi 112

3. Bölüm Değerlendirme 118

4. Dolaşım Sistemleri 122

4.1. Kan Dolaşımı 122
  4.1.1. Kalp 122
    4.1.1.1. Kalbin Yapısı 122
    4.1.1.2. Kalbin Çalışması 123
  4.1.2. Kanın Vücuttaki Dolaşımı 125
    4.1.2.1. Küçük Kan Dolaşımı 125
    4.1.2.2. Büyük Kan Dolaşımı 125
  4.1.3. Kan Damarları 127
    4.1.3.1. Atardamarlar 127
    4.1.3.2. Kılcal Damarlar 128
    4.1.3.3. Toplardamarlar 128
  4.1.4. Kan 131
    4.1.4.1. Kanın Yapısı 131
    4.1.4.2. Kan Grupları 133
4.2. Lenf Dolaşımı 135
  4.2.1. Lenf Sıvısı 135

İÇİNDEKİLER

4.2.2. Lenf Damarları 136
4.2.3. Lenf Düğümleri 136
4.3. Bağışıklık (Savunma) Sistemi 140
4.3.1. Özgül Olmayan Savunma Mekanizmaları 140
4.3.2. Özgül (Spesifik) Savunma Mekanizmaları 141
4.3.3. Bağışıklığın Kazanılması 142
4. Bölüm Değerlendirme 151
5. Solunum Sistemi 154
5.1. Solunum Sistemi Organları 154
5.2. Soluk Alıp Verme Mekanizması 155
5.3. Solunum Gazlarının Taşınması 156
5.3.1. Oksijenin Taşınması 156
5.3.2. Karbondioksitin Taşınması 157
5. Bölüm Değerlendirme 163
6. Üriner Sistem 166
6.1. Böbreğin Yapısı 167
6.2. İdrar Oluşumu 168
6.2.1. Süzülme 168
6.2.2. Geri Emilim 169
6.2.3. Salgılama (Sekresyon) 170
6.3. Böbreğin Görevleri 170
6.4. Homeostazinin Sağlanmasında Boşaltım Sisteminin Önemi 170
6. Bölüm Değerlendirme 176
7. Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim 178
7.1. Erkek Üreme Sistemi 178
7.1.1 Erkek Üreme Sisteminin Yapısı 178
7.1.2. Erkek Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü 180
7.1.3. Erkek Üreme Hücresi 180
7.2. Dişi Üreme Sistemi 181
7. 2.1. Dişi Üreme Sisteminin Yapısı 181
7.2.2. Dişi Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü 183
7.2.3. Dişi Üreme Hücresi 186
7.3. Kısırlık Problemlerinin Üreme Teknolojileri İle Çözülmesi 186
7.4. İnsanda Döllenme ve Embriyonik Gelişim Süreci 187
7.4.1. Döllenme 187
7.4.2. Embriyonik Gelişim Süreci 188
7.4.2.1. Segmentasyon 188
7.4.2.2. Blastula 189
7.4.2.3. Gastrulasyon 189
7.4.2.4. Farklılaşma ve Organogenez 190
7.5. Hamileliğin İzlenmesinin Bebeğin ve Annenin Sağlığı Açısından Önemi 192
7. Bölüm Değerlendirme 196
I. Ünite Değerlendirme (1) 197
I. Ünite Değerlendirme (2) 201

II. ÜNİTE

Komünite ve Popülasyon Ekolojisi

1. Komünite Ekolojisi 209
1.1. Komünitenin Yapısı 209
1.2. Komünitelerde Rekabet ve Av-Avcı İlişkisi.......... 210
1.2.1. Rekabet 210
1.2.2. Av-Avcı İlişkisi 212
1.3. Komünitelerde Simbiyotik İlişkiler 213
1.3.1. Mutualizm 213
1.3.2. Kommensalizm.......... 215
1.3.3. Parazitizm 216
1.3.4. Amensalizm 217
1.4. Süksesyon 220
1. Bölüm Değerlendirme..........222
2. Popülasyon Ekolojisi..........224
2.1. Popülasyonun Dinamikleri 224
2.1.1. Popülasyonun Yoğunluğu 224
2.1.2. Popülasyonun Dağılımı 224
2.1.3. Popülasyonların Yaş Dağılımları 226
2.1.4. Popülasyonun Büyüklüğü 227
2.2. İnsan Popülasyonunun Artışı ve Dünyanın Taşıma Kapasitesi 229
2.3. Türkiye'de Nüfus Artışı ve Tarım Alanları 231
2. Bölüm Değerlendirme 234
II. Ünite Değerlendirme (1) 235
II. Ünite Değerlendirme (2) 237

Cevap Anahtarı.......... 242
Kısaltmalar 246
Sözlük 247
Kaynakça.......... 250
Görsel Kaynakça.......... 252

Sevgili Öğrenciler,

Biyoloji, canlıları ve canlılarla ilgili süreçleri inceleyen bilim dalıdır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda diğer bilim alanlarındaki ve teknolojideki gelişmelerin de ışığında, biyolojide büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. Biyoloji sayesinde canlı sistemlerin işleyiş kurallarını öğrenir ve bunları yaşamın her alanında kullanabilirsiniz. Biyoloji bilgisi, kendinizi ve doğayı tanımanın yanı sıra kendi yaşamınız, doğa ve toplum açısından kritik kararları verebilmeniz için de gereklidir. Bu kitap, bilimsel ve toplumsal konuların iç içe geçtiği karmaşık problemlerle başa çıkabilmek için gerekli bilgi ve becerileri kazanmanız hedeflenerek hazırlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda biyoloji konuları bilim, toplum ve teknolojiyle ilişkilendirilerek ve günlük yaşamınızda kullanabileceğiniz bilgilerle desteklenerek anlatılmıştır.

Kitapta iki ünite yer almaktadır. "İnsan Fizyolojisi" ünitesinde vücudunuzdaki organların yapısı, çalışma mekanizmaları ve görev aldıkları biyokimyasal süreçler anlatılmıştır. Bunların çeşitli hastalıklarla bağlantısı gösterilmiş ve vücut sağlığınızı korumak için yapmanız gerekenler hakkında pratik ve güncel bilgilere yer verilmiştir. "Komünite ve Popülasyon Ekolojisi" ünitesinde ise komünite ve popülasyon kavramları tanıtılmış, bir arada yaşayan canlıların birbirleriyle ilişkileri ele alınmış, komünite ve popülasyonlarda zaman içinde yaşanan değişimler anlatılmıştır.

Kitap içerisinde, kitabın daha verimli kullanılabilmesi için gerekli bilgilerin yer aldığı bir tanıtım bölümü, etkinlikler sırasında uymanız gereken güvenlik kuralları ve konuları anlamanız açısından önemli anahtar kavramları açıklayan bir de sözlük bulunmaktadır.

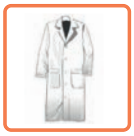
Bu kitabın, bilimsel bakış açısına sahip ve biyoloji bilgisini yaşamın her alanında kullanabilen biyoloji okuryazarı bireylerin yetişmesine katkı sağlamasını temenni ediyor ve hepinize öğrenim sürecinizde başarılar diliyoruz.

Yazarlar

GÜVENLİK İŞARETLERİ

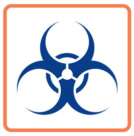
Ders yılı boyunca biyoloji dersi laboratuvar uygulamalarında çeşitli etkinlikler yapacaksınız. Bu etkinlikler sırasında kendinizin ve çevrenizdekilerin güvenliğini sağlayabilmek için laboratuvarda çalışma kurallarına uymanız gerekir. Laboratuvarda çalışma sırasında karşılaşabileceğiniz tehlikelere karşı korunmak amacıyla güvenlik sembolleri kullanılır. Aşağıda bu güvenlik sembolleri verilmiş ve anlamları açıklanmıştır.

Elbise Güvenliği



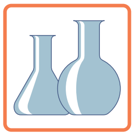
Çalışmanız sırasında elbiseniz zarar görebilir.

Biyolojik Tehlike



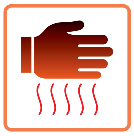
Bakteri, protista, mantar, bitki ve hayvan gibi canlıların neden olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olunuz.

Kırılabilir Malzeme Uyarısı



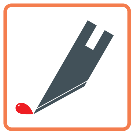
Kullandığınız malzemelerin kırılabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Isıya Karşı Güvenlik



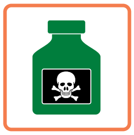
Malzemelerin sıcaklığı yüksek olabileceğinden bunlarla çalışırken eldiven takınız ya da maşa vb. kullanınız.

Kesici Cisme Karşı Güvenlik



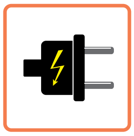
Kesici ve delici malzemeleri kullanırken dikkatli olunuz.

Zehirli Madde Uyarısı



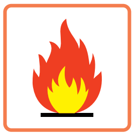
Zehirli maddeleri kullanırken dikkatli olunuz.

Elektriğe Karşı Güvenlik



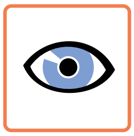
Çalışmanız sırasında elektrikli aletler kullanırken dikkatli olunuz.

Yangına Karşı Güvenlik



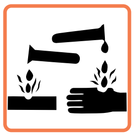
Çalışmanız sırasında yangın çıkabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Göz ve Yüz Güvenliği



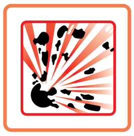
Çalışmanız sırasında gözlerinize ve yüzünüze dikkat ediniz. Gözlük kullanınız.

Kimyasal Maddelere Karşı Güvenlik



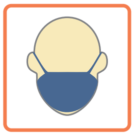
Yakıcı ve cildi tahriş edici kimyasal maddelerle çalışırken dikkatli olunuz.

Patlamaya Karşı Güvenlik



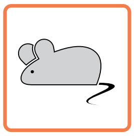
Çalıştığınız kimyasal maddelerin patlamaya sebep olabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Dumana Karşı Güvenlik



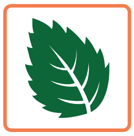
Gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşabilecek tehlikeli dumana karşı dikkatli olunuz. Maske kullanınız.

Hayvan Güvenliği



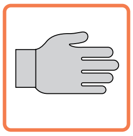
Çalıştığınız hayvanın ve kendinizin güvenliğini sağlayıcı tedbirler alınız.

Bitkilere Karşı Güvenlik



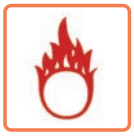
Çalıştığınız bitkiler zehirli veya dikenli olabilir. Alerjiniz varsa öğretmeninizi bilgilendiriniz.

Cilt Güvenliği



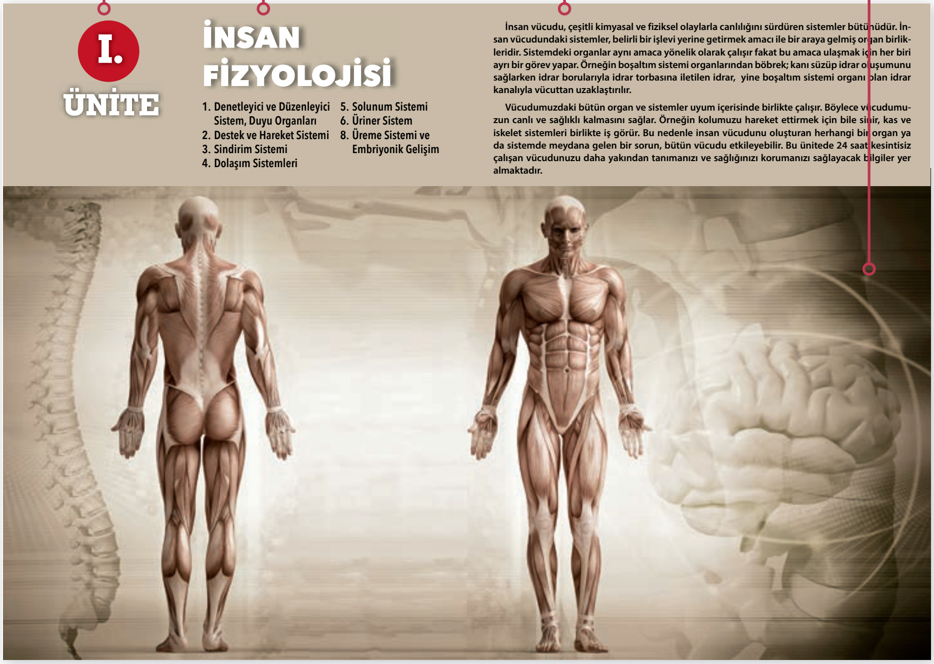
Çalıştığınız maddeler cilde zararlı olabilir. Eldiven kullanınız.

Yakıcı (Oksitleyici) Maddelere Karşı Güvenlik



Yanıcı ve oksijenli ortamda kolay tutuşabilir maddelere karşı dikkatli olunuz.

TANITIM



I.
ÜNİTE

İNSAN FİZYOLOJİSİ

1. Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları
2. Destek ve Hareket Sistemi
3. Sindirim Sistemi
4. Dolaşım Sistemleri
5. Solunum Sistemi
6. Üriner Sistem
8. Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

İnsan vücudu, çeşitli kimyasal ve fiziksel olaylarla canlılığını sürdüren sistemler bütünüdür. İnsan vücudundaki sistemler, belirli bir işlevi yerine getirmek amacı ile bir araya gelmiş organ birlikleridir. Sistemdeki organlar aynı amaca yönelik olarak çalışır fakat bu amaca ulaşmak için her biri ayrı bir görev yapar. Örneğin boşaltım sistemi organlarından böbrek; kanı süzüp idrar oluşumunu sağlarken idrar borularıyla idrar torbasına iletilen idrar, yine boşaltım sistemi organı olan idrar kanalıyla vücuttan uzaklaştırılır.

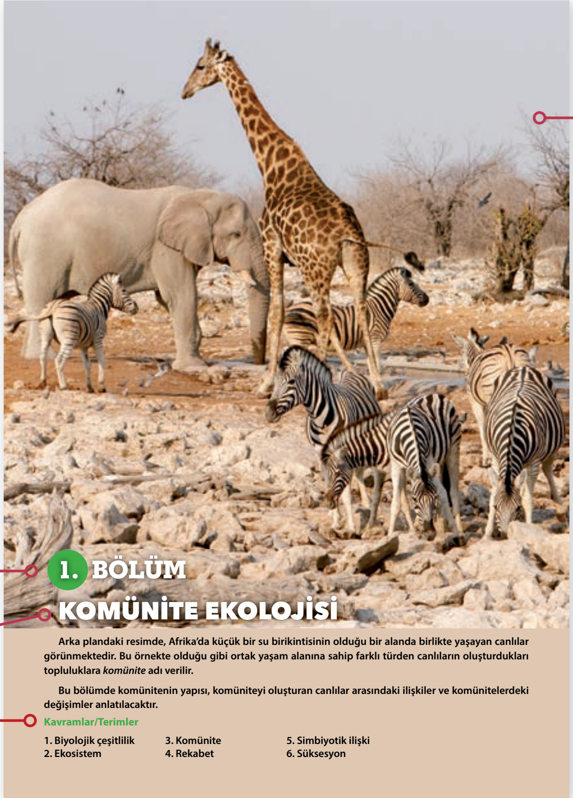
Vücudumuzdaki bütün organ ve sistemler uyum içerisinde birlikte çalışır. Böylece vücudumuzun canlı ve sağlıklı kalmasını sağlar. Örneğin kolumuzu hareket ettirmek için bile sinir, kas ve iskelet sistemleri birlikte iş görür. Bu nedenle insan vücudunu oluşturan herhangi bir organ ya da sistemde meydana gelen bir sorun, bütün vücudu etkileyebilir. Bu ünitede 24 saat kesintisiz çalışan vücudunuzu daha yakından tanımanızı ve sağlığınızı korumanızı sağlayacak bilgiler yer almaktadır.

Ünite numarası

Ünite adı

Ünitede yer alan bölümlerle ilgili genel açıklamalar

Ünite giriş sayfası, ünite içeriğini yansıtan bir görsel üzerine hazırlanmıştır.



1. BÖLÜM

KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

Arka plandaki resimde, Afrika’da küçük bir su birikintisinin olduğu bir alanda birlikte yaşayan canlılar görünmektedir. Bu örnekte olduğu gibi ortak yaşam alanına sahip farklı türden canlıların oluşturdukları topluluklara *komünite* adı verilir.

Bu bölümde komünitenin yapısı, komüniteyi oluşturan canlılar arasındaki ilişkiler ve komünitelerdeki değişimler anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Biyolojik çeşitlilik
2. Ekosistem
3. Komünite
4. Rekabet
5. Simbiyotik ilişki
6. Süksesyon

Bölüm giriş sayfası, bölüm konularının içeriğini yansıtan bir görsel üzerine hazırlanmıştır.

Bölüm numarası

Bölüm adı

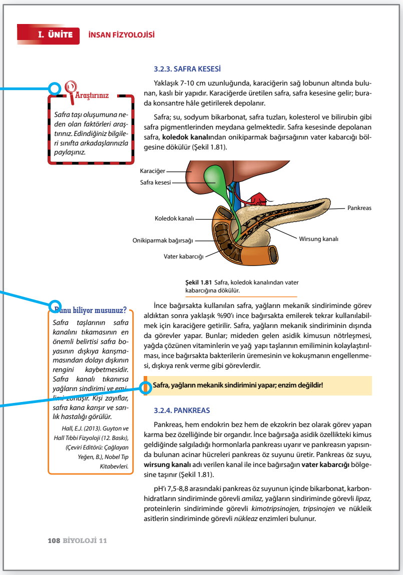
Bölümde yer alan konularla ilgili anahtar kavramlar/terimler

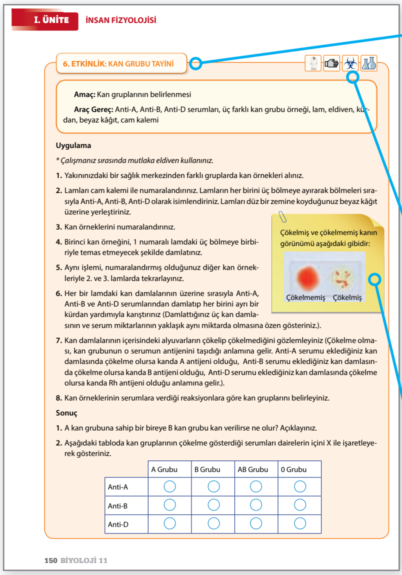
ŞEMASI

Konu ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmenizi ve öğrendiğiniz bilgileri ilişkilendirmenizi sağlayacak çalışmalar

Öğrenmekte olduğunuz konuyla ilgili ilginç bilgiler

Dikkat çekilmek istenen önemli bilgiler



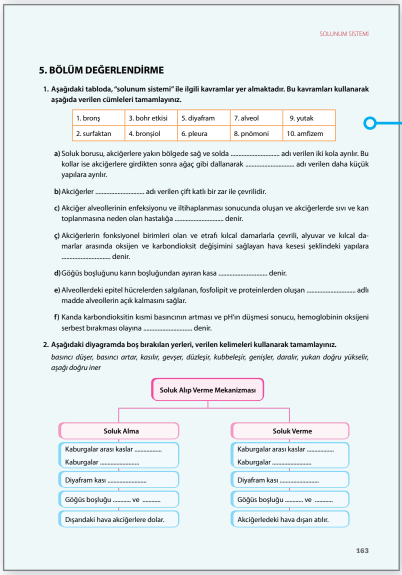


Söz konusu bölümde öğrendiğiniz bilgileri somut uygulamalarla pekiştirebileceğiniz çalışmalar

Etkinlik sırasında güvenlikle ilgili dikkat etmeniz gereken konularda uyarıda bulunmak amacıyla konulan güvenlik sembolleri

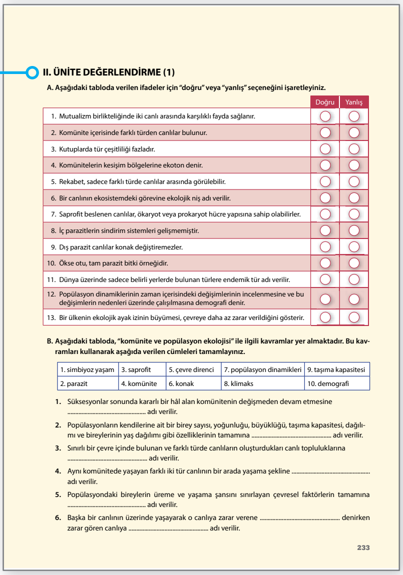
Etkinliklerde ihtiyaç duyabileceğiniz faydalı bilgiler

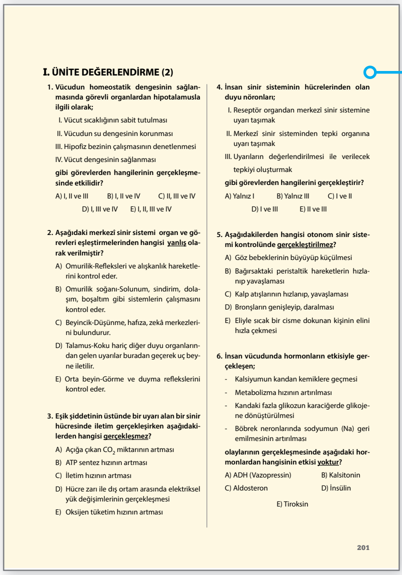
Konuyu destekleyen makale ve bilimsel çalışmalar



Bölüm içerisinde anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorular

Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorular





Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış çoktan seçmeli sorular

I.
ÜNİTE

İNSAN FİZYOLOJİSİ

1. Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları
2. Destek ve Hareket Sistemi
3. Sindirim Sistemi
4. Dolaşım Sistemleri
5. Solunum Sistemi
6. Üriner Sistem
8. Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

İnsan vücudu, çeşitli kimyasal ve fiziksel olaylarla canlılığını sürdüren sistemler bütünüdür. İnsan vücudundaki sistemler, belirli bir işlevi yerine getirmek amacı ile bir araya gelmiş organ birlikleridir. Sistemdeki organlar aynı amaca yönelik olarak çalışır fakat bu amaca ulaşmak için her biri ayrı bir görev yapar. Örneğin boşaltım sistemi organlarından böbrek; kanı süzüp idrar oluşumunu sağlarken idrar borularıyla idrar torbasına iletilen idrar, yine boşaltım sistemi organı olan idrar kanalıyla vücuttan uzaklaştırılır.

Vücudumuzdaki bütün organ ve sistemler uyum içerisinde birlikte çalışır. Böylece vücudumuzun canlı ve sağlıklı kalmasını sağlar. Örneğin kolumuzu hareket ettirmek için bile sinir, kas ve iskelet sistemleri birlikte iş görür. Bu nedenle insan vücudunu oluşturan herhangi bir organ ya da sistemde meydana gelen bir sorun, bütün vücudu etkileyebilir. Bu ünitede 24 saat kesintisiz çalışan vücudunuzu daha yakından tanımanızı ve sağlığınızı korumanızı sağlayacak bilgiler yer almaktadır.

1. BÖLÜM

DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

Bu bölümde insanları diğer canlılardan ayıran en önemli ve en gelişmiş organ sistemi olan sinir sistemi ve sinir sistemi ile birlikte denetleme ve düzenlemede görev alan duyu organları ve hormonları konu alacağız.

Sizler bu kitabı okurken sinir sistemimize ait hücreleriniz tıpkı bir bilgisayar gibi çalışarak verileri taşır, değerlendirir, uygun cevaplar oluşturur ve bazı bilgileri depolar. Beynimizin hacminin bir küp şeker kadar olan kısmında yaklaşık 50 milyon hücre bulunur. Bu hücreler insana ait en karmaşık yapı olan sinir sistemini oluşturur. Sinir sistemimiz diğer sistemlerle olan bağlantıları sayesinde vücudumuzda gerçekleşen olayların aksama olmadan gerçekleşmesini sağlar. Aynı anda onlarca olay algılanır, değerlendirilir, cevaplar üretilir ve kontrol edilir. Bir canlının hayatta kalabilme şansı, çevresindeki değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verebilme ve değişimlere uyum sağlaması ile doğru orantılıdır. İşte bu yüzden sinir sistemi hücreleri çok hızlı bir şekilde uyarı taşıyarak canlının yaşama şansını artırır.

Kavramlar/Terimler

1. Diyabet
2. Duyu organları
3. Efektör
4. Endokrin bez
5. Geri bildirim
6. Hormon
7. İmpuls
8. Nöron
9. Refleks
10. Sinaps
11. Teknoloji

1. DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

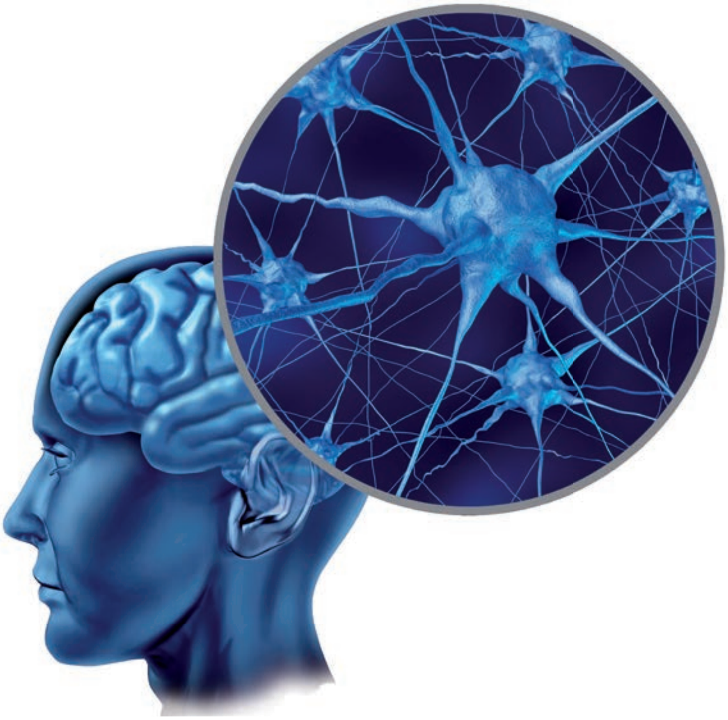
1.1. SİNİR SİSTEMİ

Yetişkin bir insanın vücudunda yaklaşık 100 trilyon hücre bulunur ve bu hücreler bir düzen içinde birlikte çalışarak dokuları, organları ve sistemleri oluşturur. Sistemler birbirleriyle uyum içinde çalışmak ve etkileşim içinde bulunmak zorundadır. Vücuttaki sistemlerin birbirleriyle uyumlu çalışması ve homeostazinin korunması sinir sistemi, endokrin sistem ve bağışıklık sistemi gibi *denetleyici ve düzenleyici* sistemler sayesinde gerçekleşir. **Homeostazi**, değişen çevre koşullarına rağmen vücut içi fizyolojik ortamın dengede tutulması olarak tanımlanabilir.

Sinir sistemi ve endokrin sistem homeostazinin kontrolü için birlikte çalışmalarına rağmen, çalışma şekilleri birbirlerinden farklıdır. Sinir hücrelerinde uyarının iletilmesi elektriksel ve kimyasal olarak gerçekleşir ve çok hızlıdır. Miyelin kılıflı bir sinir hücresinde uyarı iletimi ortalama 120 m/s hızla gerçekleşir, yani elimize batan bir iğnenin uyarısının sinir hücreleri ile merkezî sinir sistemine taşınması çok kısa bir zaman alır. Oysa endokrin sistemdeki hormonların uyarı iletimi daha yavaştır. Bunun sebebi, hormon üretiminin ve hormonların kanla taşınmasının zaman almasıdır.

Siz bu yazıyı okuyup anlarken beyninizdeki ve vücudunuzdaki sinir hücreleri kusursuz bir şekilde iş yapar. Beynin 1 cm^3ünün içinde yaklaşık 50 milyon sinir hücresi vardır. Bu hücreler vücuttaki diğer sinir hücrelerine bir ağ gibi bağlanarak düzenli bilgi akışını kontrol eder (Şekil 1.1).

Sinir sistemi, nöron adı verilen çok fazla özelleşmiş hücrelerden ve nörogliya (gliya) hücrelerinden oluşur. Şimdi bu hücreleri ve görevlerini daha detaylı olarak inceleyelim.

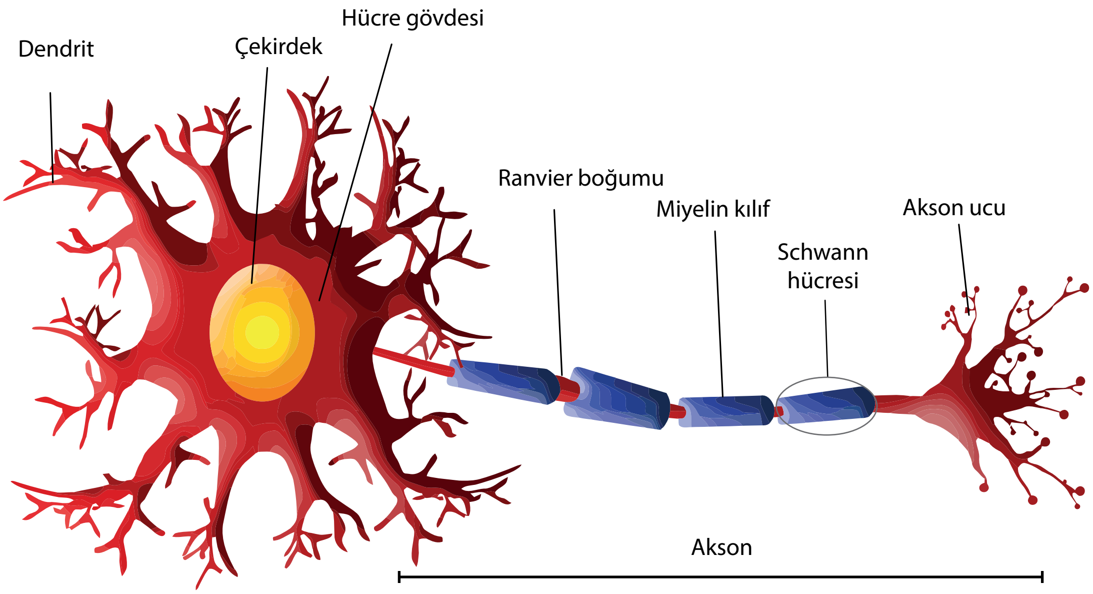


Şekil 1.1 Beyindeki sinir hücrelerinin oluşturdukları ağ

1.1.1. SİNİRSEL DENETİM

1.1.1.1 Sinir Hücresi (Nöron)

Sinir hücresi vücudumuzun en fazla özelleşen hücrelerinden biridir ve temelde üç kısımdan oluşur: hücre gövdesi, dendrit ve akson (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Sinir hücresinin yapısı

Sinir hücresinde uyarının iletim yönü, dendritten aksona doğrudur:

Dendrit $\xrightarrow{\textbf{Uyarı iletimi}}$ **Akson**

Sinir hücresinin hücre zarına **nörolemma,** sitoplazmasına **nöroplazma** denir.

Hücre gövdesi: Mitokondri, ribozom, endoplazmik retikulum gibi organellerin ve çekirdeğin bulunduğu kısımdır. Ayrıca iyi gelişmiş ve belirgin bir çekirdekçik içerir. Bazı sinir hücrelerinde birden fazla çekirdek bulunabilir. Granüllü endoplazmik retikulumun bulunduğu, mikroskopta daha koyu renkli görülen bölgeler *Nissl cisimcikleri* olarak adlandırılır. Hücre gövdesinde ayrıca hücre iskeletinin elemanı olan nörofibriller bulunur. Sinir hücrelerinin yenilenme yetenekleri çok sınırlıdır.

Dendrit: Hücre gövdesinden çok sayıda çıkan uzantılardır. Nöronların diğer sinir hücrelerinden uyarı almasını sağlar.

Akson: Dendrit gibi hücre gövdesinden çıkar fakat tek bir uzantı şeklindedir, dallanma yapmaz. Akson uzunluğu farklı sinir hücrelerinde değişiklik gösterir. Omurilikten çıkan ve ayak parmaklarına kadar uzanan siyatik siniri, insan vücudundaki en uzun aksona sahiptir. Aksonun görevi hücre gövdesinden aldığı uyarıyı diğer sinir hücresine doğru taşımaktır. Akson boyunca ilerleyen uyarı, akson ucundan diğer sinir hücresinin dendritine aktarılır.

Miyelin kılıf: Vücutta bulunan bazı sinir hücrelerinin aksonları miyelin kılıf adı verilen bir örtü ile sarılıdır. Miyelin kılıf, aksonda iletimi hızlandırır. Miyelin kılıflar arasında kalan boşluklara **Ranvier boğumu** adı verilir (Şekil 1.2).

> **Sinir sistemindeki miyelin kılıflar zarar görürse sinirsel iletim büyük ölçüde aksar ve çeşitli hastalıklar baş gösterir. Daha sonra sinir sistemi hastalıkları arasında söz edeceğimiz MS (multipl skleroz) hastalığı da bunlardan biridir.**

1.1.1.2. Nörogliya (Gliya) Hücreleri

Nörogliya (gliya) hücrelerinin görevi, nöronlara destek sağlamaktır. Sinir hücrelerini sararak bir arada tutar, onlara besin ve oksijen sağlar. Mikroglia adı verilen hücreler ise merkezî sinir sistemini patojenlere karşı korur.

Schwann (Şıvan) hücreleri: Nöronların aksonlarını saran ve miyelin kılıfı üreten bir çeşit gliya hücreleridir.

Bunu biliyor musunuz?

Merkezi sinir sistemi 100 milyardan fazla nöron içermektedir.

Hall, E.J. (2013). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (12. Baskı), (Çeviri Editörü: Çağlayan Yeğen, B.), Nobel Tıp Kitabevleri.

1.1.1.3. Nöron Çeşitleri

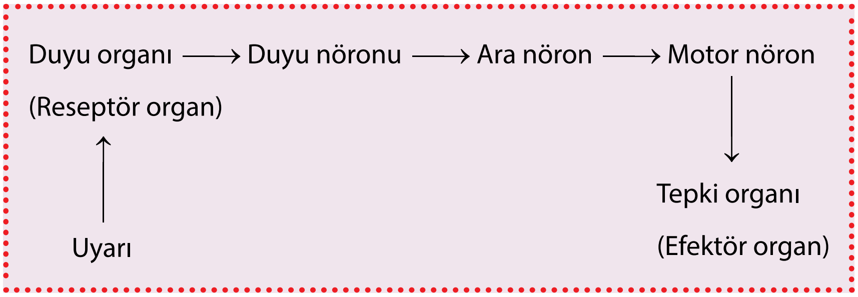
Nöronlar fonksiyonlarına göre üç şekilde sınıflandırılır:

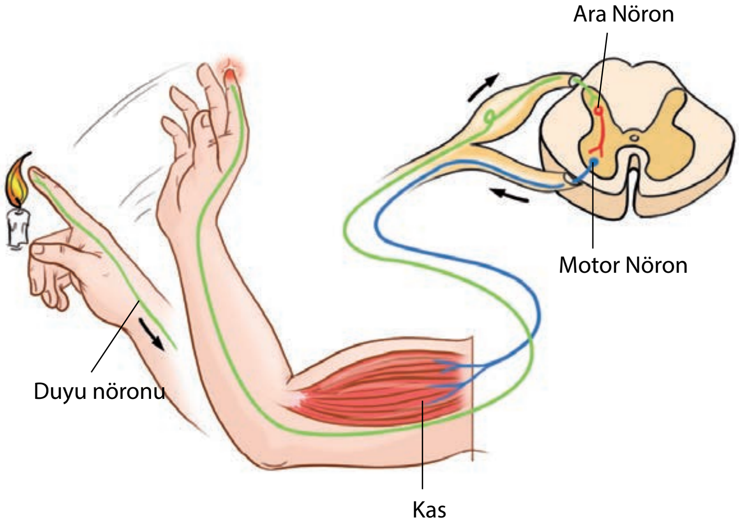
1. Duyu nöronları (Afferent nöronlar): Duyu organlarından veya diğer organlardan gelen koku, tat, ses, basınç, ağrı gibi uyarıları dendritleriyle alarak merkezî sinir sistemine (beyin veya omurilik) taşır.

2. Ara nöronlar (İnternöronlar): Merkezî sinir sistemine ait hücrelerdir. Duyu nöronlarından gelen uyarıları alır ve değerlendirir. Değerlendirme sonucu oluşturdukları cevabı da motor nöronlara iletir.

3. Motor nöronlar (Efferent nöronlar): Merkezî sinir sisteminden aldıkları cevabı tepki verilecek organa (kas, salgı bezleri vb.) ileten götürücü nöronlardır.

Uyarının nöronlar arasındaki ilerleyişi aşağıdaki gibi şematize edilebilir:





Şekil 1.3 Fonksiyonlarına göre nöronların çalışma mekanizması

Şekil 1.3 incelendiğinde nöron çeşitlerinin fonksiyonları daha iyi bir şekilde anlaşılabilir. Şekilde görüldüğü gibi eli sıcak cisme dokunan bir kişinin parmak ucu derisinde bulunan reseptörler "sıcak" uyarısını parmak ucundaki duyu nöronuna iletir, duyu nöronu bu uyarıyı dendriti ile alır ve merkezî sinir sistemi içindeki ara nörona taşır. Ara nöron değerlendirmenin yapıldığı yerdir. Sıcaklığın algılanması burada gerçekleşir ve ara nöronun akson ucundan motor nöronun dendrit ucuna doğru değerlendirmenin cevabı iletilir. Motor nöron ara nörondan aldığı uyarıyı koldaki kaslara iletir ve kaslarda kasılma gerçekleşir. Bu şekilde el sıcak cisimden hızla uzaklaştırılır.

Sadece duyu nöronu zarar gören bir kişide; uyarı duyu organından merkezî sinir sistemine iletilemeyeceğinden kişinin eli yansa bile sıcaklık hissedilmez ancak elini oynatmak isterse ara nöronlardan motor nöronlara uyarı verilip motor nöronlardan kasa uyarı iletileceğinden elini oynatabilir (Lokal anestezi bu duruma örnek verilebilir: Elinde kesik oluşan bir kişi, kesiğin lokal anestezi uygulanarak dikilmesi sırasında acıyı hissetmez fakat elini oynatabilir.).

Sadece ara nöronu zarar gören bir kişide; uyarı duyu organından alınıp duyu nöronları ile merkezî sinir sistemine getirilse bile buradaki ara nöronlar çalışmayacağından uyarı değerlendirilemez, sıcaklık hissi algılanmaz ve tepki oluşmaz (Felç durumu buna örnek verilebilir.).

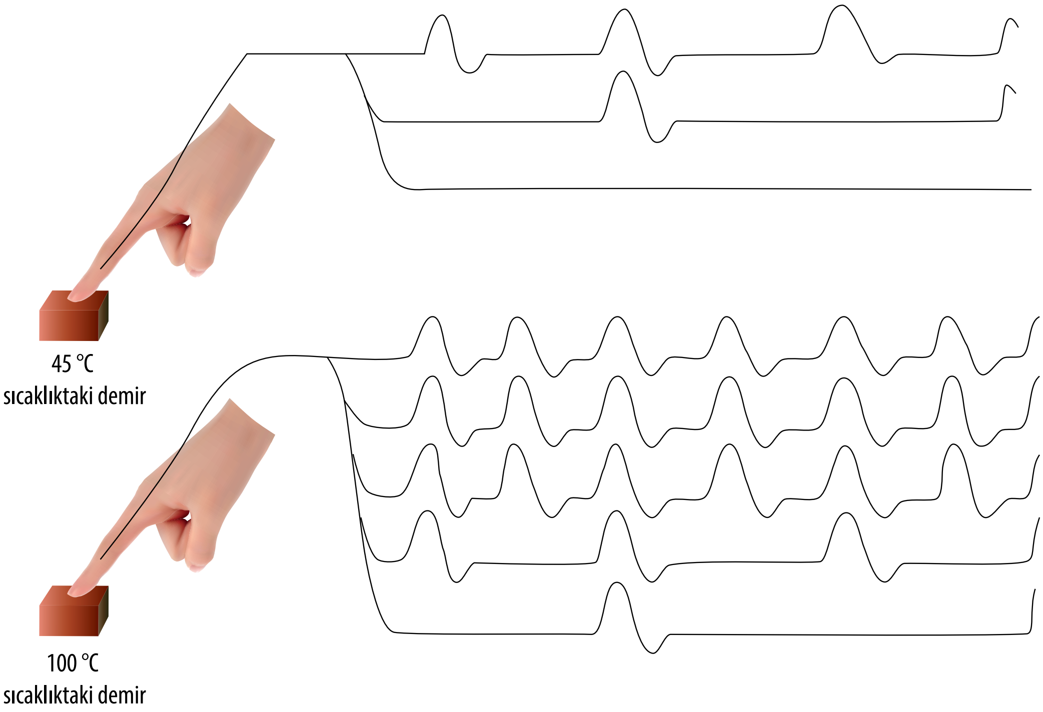
Sadece motor nöronu zarar gören bir kişide; uyarı duyu organından alınır, duyu nöronu ile ara nörona getirilir ve değerlendirilir. Yani "sıcak, acı" hissi algılanır fakat değerlendirme sonucu tepki organına iletilemez; bundan dolayı eli yanan bir kişi acıyı hissetse dahi elini çekemez (Estetik amaçlı botoks uygulamaları buna örnek verilebilir. Botoks uygulanan bölgede motor sinirler çalışmaz. Örneğin yüzde yapılan botoks uygulamasında bu bölgedeki motor sinirler çalışmadığından yüzdeki kaslara uyarı iletilemez ve yüz mimiklerinde azalma görülür.).

1.1.1.4. Sinir Hücrelerinde İmpuls Oluşumu ve İletimi

Dış çevreden gelen ışık, sıcaklık, koku, basınç gibi uyarıların ve vücudumuzun içinden gelen uyarıların sinir hücrelerinde oluşturdukları değişimlere **impuls (uyartı)** denir. Bir uyarının sinir hücresinde uyartı oluşturması için belirli bir şiddette olması gerekir. Sinir hücresinde impuls oluşturabilen en düşük uyarı şiddetine **eşik şiddeti** denir. Sinir hücreleri sadece eşik şiddeti ve üzerindeki uyarılara tepki verirler, buna **ya hep ya hiç prensibi** adı verilir. Eşik değer bireylere göre farklılık göstereceği gibi aynı bireyde zamana bağlı olarak da değişebilir.

Sinir hücrelerinde uyarı iletimi elektriksel ve kimyasal (elektrokimyasal) yolla olur. Hiç uyarılmamış bir sinir hücresi ile uyarı taşıyan bir sinir hücresi karşılaştırıldığında uyarı taşıyan sinir hücresinin metabolizmasının hızlandığı, tükettiği O_2'nin (oksijen), ürettiği CO_2'nin (karbondioksidin) ve sıcaklığın arttığı gözlemlenebilir. O hâlde impuls taşınması enerji gerektiren bir olaydır ve bu enerji solunumla karşılanır.

Sinir hücreleri eşik değer ve üzerindeki uyarılara her zaman aynı şiddette tepki verir. Yani elimizle 45 °C sıcaklıktaki bir demire de dokunsak 100 °C sıcaklıktaki bir demire de dokunsak sinir hücresinin tepkisi aynı olacaktır. Peki, bizim tepkimiz neden farklıdır. Tepki farkı, sinir sistemine iletilen impuls sayısından kaynaklanır. 45 °C'lik demire dokunulduğunda sinir hücresi üzerinde giden impuls sayısı 100 °C'lik demire dokunulduğunda giden impuls sayısından daha azdır (Şekil 1.4). Belirli bir noktadan belirli bir zaman içinde beyne giden impuls sayısı beyinde yorumlanarak tepki şiddetini değiştirir.



Şekil 1.4 Uyarının sık ve fazla olması impuls sayısını artırır.

Uyarıların şiddeti, süresi ve frekansı (sıklık) uyarılan sinir hücresi sayısını ve iletilen impuls sayısını artırırken sinir hücresinde uyarının iletilme hızında bir değişikliğe yol açmaz.

Sinir hücrelerinde uyarıların iletilme şekli aynı olmasına rağmen uyarılar ışık, koku, basınç veya sıcaklık şeklinde algılanır. Bunun sebebi uyarıların beyindeki değerlendirilme merkezlerinin farklı olmasıdır. Ancak *sinestezi* hastalarında herhangi bir duyunun uyarımı otomatik olarak başka bir duyu algısını tetiklemektedir. Dolayısıyla örneğin normal bir insanda koku duyusuyla karşılık bulan bir uyarı, sinestezik bir insanda renk olarak algılanabilmektedir.

OKUMA METNİ

AĞRIYA ACILI ÇÖZÜM

Diş hekiminde uyuşmuş ağzınızdan akan salyalar, çıktığınızda da gülmemeye özen göstererek gizlemeye çalıştığınız çarpılmış ağzınız, ağzınızın içinde bir zamanlar diliniz olarak bildiğiniz, yarı var yarı yok bir şekilsiz cisim... Tüm bu tuhaf duyumların sorumlusu, hekimin ağzınıza uygulamış olduğu "lokal anestezik" yani bölgesel uyuşturucu maddedir. Bunların çoğunun işleyişi, sinir hücresi zarındaki sodyum kanallarını kapatmak biçimindedir. Bu kanallar, hücre yüzeyinde yer alan ve iyonların hücre içine geçmesine izin veren açıklıklardır. Sinir hücrelerinin birbirleriyle iletişim kurmada kullandıkları elektrik uyarılarını sağlayan, bu iyon geçişidir. Ne var ki sodyum kanallarının kapanması, yalnızca ağrıyla ilgili sinir hücrelerini değil, dokunma duyusu ve hareketle ilgili olanlarını da baskılar. Ağzınızdan akan salyaların, çarpılmış ağzınızın gerekçesi budur. ABD'deki Harvard Tıp Okulundan bir araştırma grubu, bu nedenlerle yalnızca ağrıyla ilgili sinir hücrelerini hedef alabilecek bir ağrı kesme yöntemi arayışı içindedir. Araştırmacıların son çalışmalarında ele aldıkları "kapsaisin" maddesi, acı bibere acısını veren bileşik olması bakımından, aslında hiç de uygun bir aday gibi görünmese bile eklem sertliği ve ağrıları için üretilen bazı merhemlerin bileşiminde bir süredir yaygın olarak kullanılmaktadır.

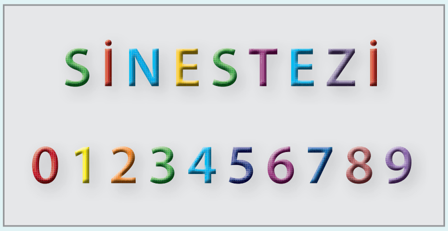
Ağrıya duyarlı sinir hücrelerinin yüzeyindeki "TRPV-1 kanalları"na bağlanıp onları açan ve iyonların içeri geçişine (yani sinir iletimine) izin veren kapsaisin, bu açıdan anestezik maddelere zıt etki yapıyor gibi görünse de araştırmacılar, açılan kanal açıklığının normalden çok daha geniş olduğunu fark ettiler. Bu açıklık o kadar geniştir ki başka bir maddenin, örneğin bir anestezik maddenin de geçmesine izin verecek ölçüdedir. Bu fikri sınamak için kullandıkları bir lokal anestezik olan QX-314 de benzerleri gibi sodyum kanallarını kapama özelliğine sahiptir. Ancak yalnızca hücrenin içine girmesi koşuluyla ki bunu da tek başına yapamamaktadır. Araştırmacılar, farelerde tek başına uygulanan QX-314'ün ağrı dindirmedeki yetersizliğini saptadıktan sonra aynı maddeyi farelere yeniden ama bu sefer hemen ardından kapsaisin de vererek bu ikilinin birlikte oldukça etkili olduğunu görmüşlerdir. Henüz insanlardaki etkisi kanıtlanmamış olsa da bu yeni yaklaşımın uygulanabilir olması durumunda çok yararlı olabileceği düşünülüyor; özellikle ağrının, kişiye uyuşma bedeli ödetmeden dindirilmesi isteniyorsa... Akla ilk gelen örnek, doğum. Bir de tabi, dişçi koltuğu!

Bilim ve Teknik, Kasım 2007

OKUMA METNİ

SİNESTEZİ: RENKLERİ DUYMAK, ŞEKİLLERİ TATMAK...

Uyandıkları her sabah kendine has ve değişik… Basitçe gazete okurken bile okudukları her bir kelimede gözlerinin önünde bambaşka renkler parlıyor. Beethoven'ın konçertolarından birini dinlemek onlar için bir havai fişek gösterisine dönüşüyor. Kapı çaldığında çevrelerinde farklı büyüklükte üçgenler görüp gökkuşağına baktıklarında çeşit çeşit sesler duyuyorlar. İşte tüm bunlar halüsinasyonlar gören birinin değil, sinestezi hastalığına sahip bireylerin yaşadıkları...



Sinestezi hastaları harfleri ve rakamları farklı renkler olarak algılayabilmektedirler.

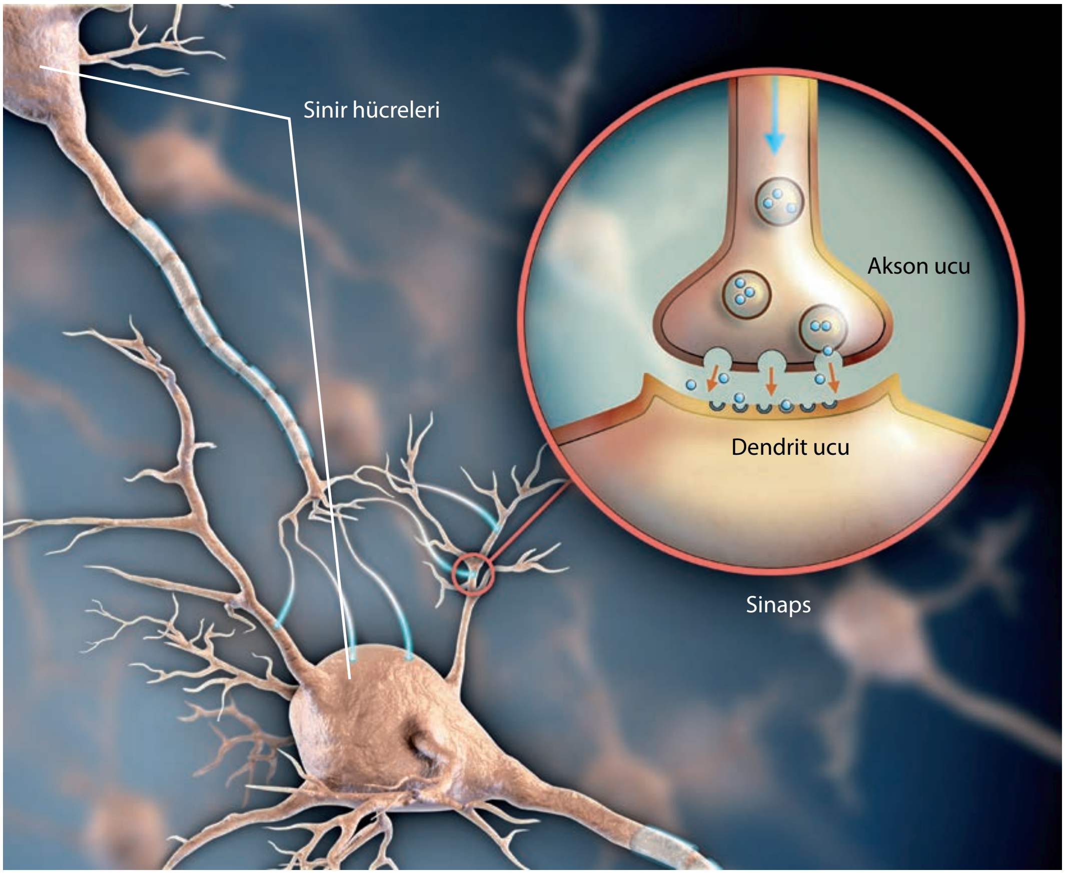
Sinestezi, Yunanca kökenli bir kelime olup birleşik duyu anlamına gelir. Sinestezi hastalarında herhangi bir duyunun uyarımı otomatik olarak başka bir duyu algısını tetikler. Daha açık bir deyişle bu hastalar renkleri duyup, şekilleri tadıp sesleri koklayabilirler. İki çeşit sinestezi bulunur. Bunlar: Sonradan oluşan sinestezi ve nedeni çözülemeyen sinestezidir. Sonradan oluşan sinestezi başka bir hastalığın varlığında ortaya çıkar. Örneğin epilepsi hastalarında bu tür duyular (koklama, görme, işitme, duyma, dokunma) arası geçişler de gözlenebilir. Nedeni henüz çözülemeyen sinestezi ise her 25.000 kişiden birinde görülen ender bir durumdur. Kafadan alınan darbeler, birtakım kimyasalların kullanımı ya da beyindeki orta temporal lobun hasarı, geçici sinestezik durumlara neden olabilir. Sinesteziye yatkın belirli bir insan tipi yoktur. Ancak eldeki istatistiksel verilere göre kadınlar erkeklere oranla bu hastalığa daha yatkındır. Hastalığın kadınlarda daha sık görülmesi, hastalık geninin X cinsiyet kromozomu üzerinde bulunması olasılığını düşündürmektedir.

Sinestezi hastalarının görsel ve matematiksel zekâlarının düşük oluşu, hastalığın beynin sol yarım küresiyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan beyin görüntüleme çalışmaları sinestezik hastalarda limbik korteks ve hipokampüsün normal bireylere göre daha etkin olduğunu ortaya koymuştur. Her ne kadar araştırmacılar sinestezi hakkında henüz aydınlatılmamış gerçekleri açığa çıkarmaya çalışıyor olsa da birçok sinestezi hastası özel durumunu bir tür hediye gibi görerek sanatsal alanlarda başarının kapılarını zorlamaktadır. Öyle ki dünyanın saygın heykeltıraş, müzisyen, ressam ve şairleri arasında da bu hastalıkla yaşamış pek çok örnek bulunmaktadır. Bunlardan biri olan ünlü Fransız şairi Arthur Rimbaud'nun *(Artur Rimbod)* hastalığını ilk olarak çocukluğunda kitaplardaki harflere bakarken nasıl da renkler gördüğünü fark ettiğinde anladığı söylenmektedir. Benzer şekilde ünlü roman yazarı Vladimir Nabokov *(Viladimir Nabokov)* klasik müzik bestekârı Scriabin *(Sıkrabin)*, ressam Kandinsky'nin *(Kandinski)* de sinestezik deneyimler yaşadığı bilinmektedir. Sinir bilim ve psikolojideki tüm gelişmelere rağmen bugün, sinestezi nörolojik bir hastalık olarak gizemini korumaktadır. Araştırmacılar, bu hastalığın gizemi çözüldüğünde sinir sistemi ve algı arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılmasında da büyük bir adım atılmış olacağını düşünmektedirler.

http://www.biltek.tubitak.gov.tr (Erişim Tarihi: 14.01.2014)

1.1.1.5. Sinapslarda İmpuls İletimi

Bir sinir hücresinin diğer bir sinir hücresi veya hedef organ ile bağlantı noktalarına *sinaps* adı verilir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 İki sinir hücresi arasındaki sinaps

İmpulsun (uyartı), akson boyunca elektrokimyasal olarak iletildiği anlatılmıştı. Akson boyunca ilerleyen impuls, akson ucuna geldiğinde *sinaptik boşluk* adı verilen bir boşluk ile karşılaştığından diğer sinir hücresinin dendrit ucuna hemen geçemez (Şekil 1.5). Sinapslara gelen impuls buradan diğer sinir hücresinin dendrit ucuna kimyasal yolla geçer.

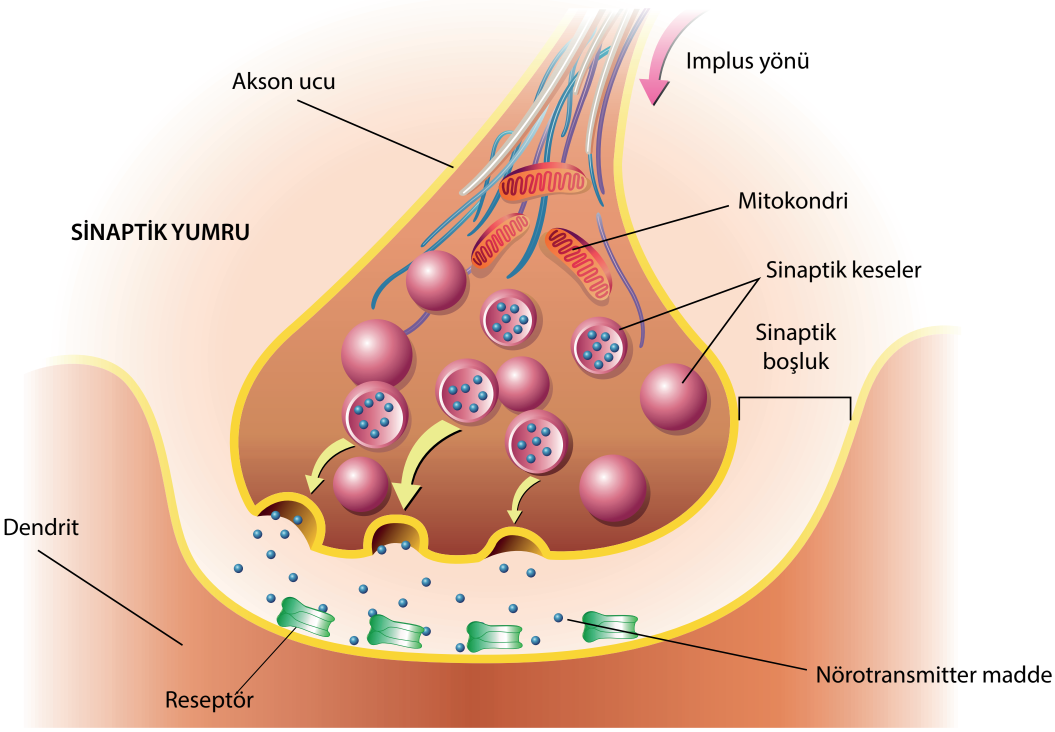
- İmpuls akson ucuna geldiğinde akson ucunun Ca^{+2} (kalsiyum) geçirgenliği artar ve hücre içine Ca^{+2} difüzyonu başlar.
- Aksonun *sinaptik yumru* adı verilen uç kısmında bulunan içi dopamin, histamin, serotonin, asetilkolin, adrenalin, noradrenalin gibi nörotransmitter maddeler ile *dolu sinaptik keseler* hücre zarı ile kaynaşır.
- Nörotransmitter maddeler, sinaptik boşluğa ekzositoz ile salınır.
- Sinaptik boşluğa difüzyon ile yayılan nörotransmitter maddeler diğer hücrenin dendrit ucundaki reseptörlere bağlanır.

Bunu biliyor musunuz?

Endorfin adlı nörotransmitter madde, vücutta ağrının kesilmesini sağlayan bir etkiye sahiptir. Akupunktur tedavilerindeki ağrı kesici etkinin nedenlerinden biri de vücuttaki endorfin salınımının tetiklenmesidir.

Cabıoğlu, M. T. (2008). Akupunktur ile ağrı kontrolü ve nörotransmitterler. Genel Tıp Dergisi, 18(2), 93-98.

- Reseptörlere bağlanan nörotransmitter maddeler impulsun diğer nörona iletilmesini sağlar (Şekil 1.6).
- İletim gerçekleştikten sonra sinaptik boşluktaki nörotransmitter maddeler enzimler tarafından parçalanır veya sinir hücresi tarafından tekrar hücre içine alınır.
- Akson ucuna gelen tüm impulslar buradan diğer sinir hücresine geçmez, sinapslarda *seçici direnç* ile karşılaşır ve böylece uyarıların tüm vücuda dağılması engellenmiş olur. İmpulsun belirli bir yolda ilerlemesi ve sadece hedef organa ulaşması sağlanır.
- İmpuls komşu hücrenin dendritine ulaştırılıp iletim devam ettirilirse *kolaylaştırıcı sinaps*, iletilmeyip engellenir ise *durdurucu sinapstan* söz edilir.

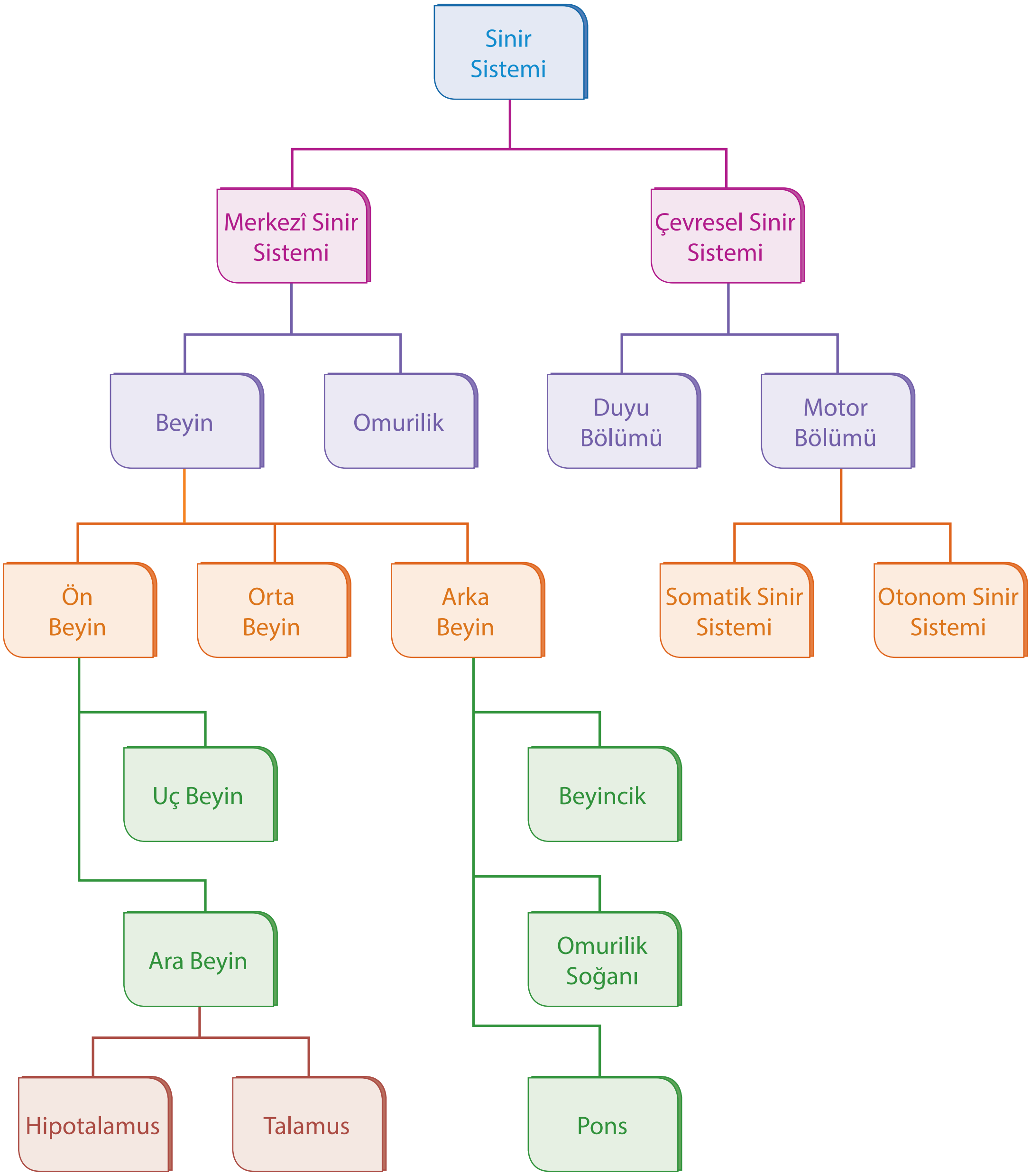


Şekil 1.6 Sinapsta impuls iletimi

Sinir sisteminde uyarının iletim hızını etkileyen faktörler:

- **Miyelin kılıf (Miyelin kılıflı hücrelerde iletim hızlıdır.)**
- **Akson çapı (Aksonda iletim elektriksel olduğundan çapı arttıkça iç direnç düşer ve iletim hızlanır.)**
- **Ranvier boğumu sayısı (Ranvier boğumları miyelin kılıfın olmadığı bölümler olduğundan iletimi yavaşlatır.)**
- **Sinaps sayısı (İki sinir hücresinin birbirine bağlı olduğu bölgelerde iletim sadece kimyasal yolla olduğundan yavaştır.)**

İnsanda sinir sistemi merkezî ve çevresel sinir sistemi olarak iki kısımda incelenmektedir (Şema 1.1).

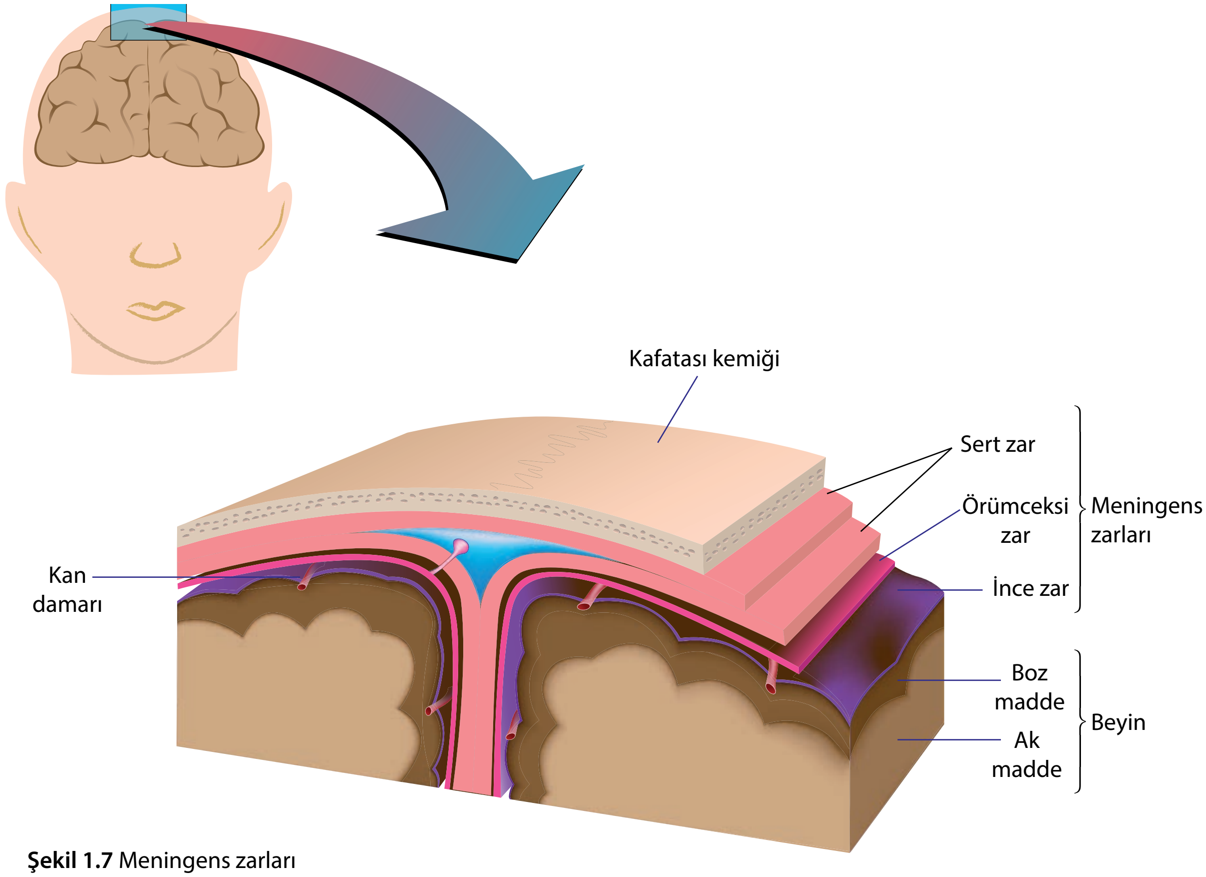

Sinir Sistemi
Merkezî Sinir Sistemi
Çevresel Sinir Sistemi
Beyin
Omurilik
Duyu Bölümü
Motor Bölümü
Ön Beyin
Orta Beyin
Arka Beyin
Somatik Sinir Sistemi
Otonom Sinir Sistemi
Uç Beyin
Ara Beyin
Hipotalamus
Talamus
Beyincik
Omurilik Soğanı
Pons

Şema 1.1 İnsanda sinir sisteminin kısımları

1.1.2. MERKEZÎ SİNİR SİSTEMİ

1.1.2.1. Beyin

İnsanda kafatası içinde bulunan ve kafatası kemikleri ile korunan beynin kütlesi, yaklaşık 1.300-1.400 g'dır. Beynin hacim ve kütlesinin zekâ ve öğrenme kapasitesi ile ilgisi yoktur. Beyin *meningens* adı verilen 3 katlı zar tabakası ile sarılıdır. Meningens zarları dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar olarak adlandırılır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Meningens zarları

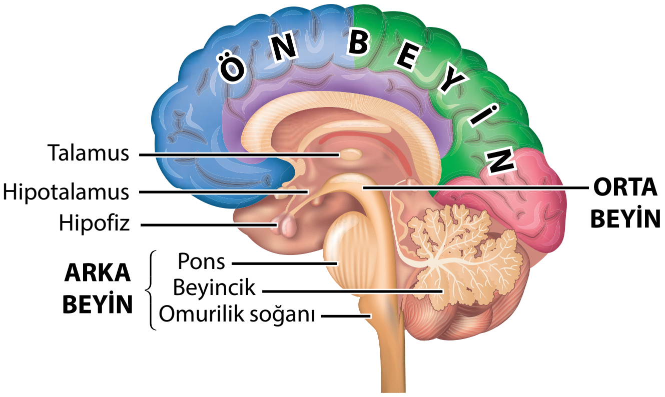
Sert zar: Kafatasının hemen altında bulunur. Beyni mekanik etkilerden, yaralanma ve zedelenmelerden korur.

Örümceksi zar: Sert zar ile ince zar arasında bulunur. Örümcek ağına benzeyen ince bağ dokusu lifleri ile sert zar ve ince zarı birbirine bağlar.

İnce zar: Beyin zarlarının en iç tabakası olan ince zar, taşıdığı kan damarları sayesinde beynin besin ve oksijen ihtiyacını karşılar.

Örümceksi zar ile ince zar arasında bulunan *beyin omurilik sıvısı (BOS)* beyin ve omuriliği mekanik etkilerden korur, kan ile besin-oksijen alışverişini ve iyon derişiminin dengede kalmasını sağlar. Beyin zarlarının mikroorganizma etkisiyle iltihaplanması, *menenjit* adı verilen hastalığa neden olabilir.

Beyin, *ön* (uç ve ara beyin), *orta ve arka* (beyincik, omurilik soğanı ve pons) beyin olmak üzere 3 temel bölümden oluşur (Şekil 1.8). Beyin; su, yağ, protein, karbonhidrat, diğer organik ve inorganik maddelerden oluşur (Tablo 1.1).



Şekil 1.8 Beynin bölümleri

Tablo 1.1 Beynin İçeriğini Oluşturan Maddeler ve Oranları

Beynin İçeriği	%
Su	77-78
Yağ	10-12
Protein	8
Karbonhidrat	1
Organik maddeler	2
İnorganik maddeler	1

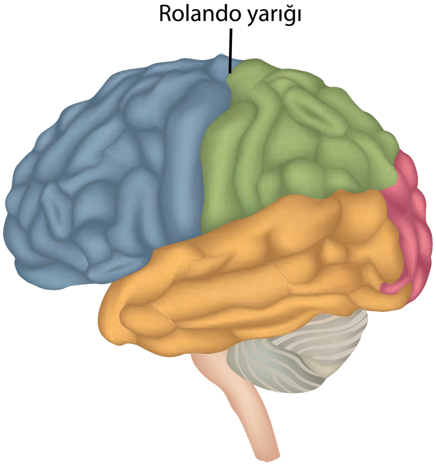
Ön Beyin

Ön beyin, insan beyninin en büyük kısmıdır. *Uç beyin* (beyin yarım küreleri) *ve ara beyin* olmak üzere iki kısımdan oluşur:

Uç Beyin

Sağ ve sol olmak üzere iki yarım küreden oluşur. Bu iki yarım küre üstten *nasırlı cisim,* alttan *beyin üçgeni* adı verilen sinir demetleri ile birbirine bağlanır. Beyin yarım kürelerini enine bölen yarığa **Rolando yarığı** adı verilir (Şekil 1.9).

Beyin yarım kürelerinden enine kesit alındığında dış kısmının nöron gövdelerinden oluşan *boz madde,* iç kısmının ise miyelin kılıflı aksonlardan oluşan *ak madde*den oluştuğu görülür.



Şekil 1.9 Beyin yarım kürelerini enine bölen Rolando yarığı

Beyin yarım küreleri üzerinde *girus* adı verilen çıkıntılar ve *sulkus* adı verilen girintiler vardır. Bu girinti ve çıkıntılar uç beynin yüzey alanının artmasını sağlar. Omurgalı canlıların beyin yarım kürelerinin yüzey alanı diğer canlılara oranla çok fazladır.

Beyin yarım kürelerinin her biri vücudun zıt tarafını kontrol eder. İnsanların yaklaşık %90'ında sol yarım küresi baskın olduğundan büyük bir çoğunluk sağ elini kullanır. Herhangi bir sebeple sol yarım kürede bir hasar oluşursa sağ yarım kürede baskın özellik gelişebilir.

Beyin yarım küreleri istemli hareketlerin kontrolü, beş duyu organından gelen uyarıların algılanması, öğrenme, hafıza, zekâ, bilinç, yazma, konuşma gibi merkezlerin bulunduğu bölgedir (Tablo 1.2).

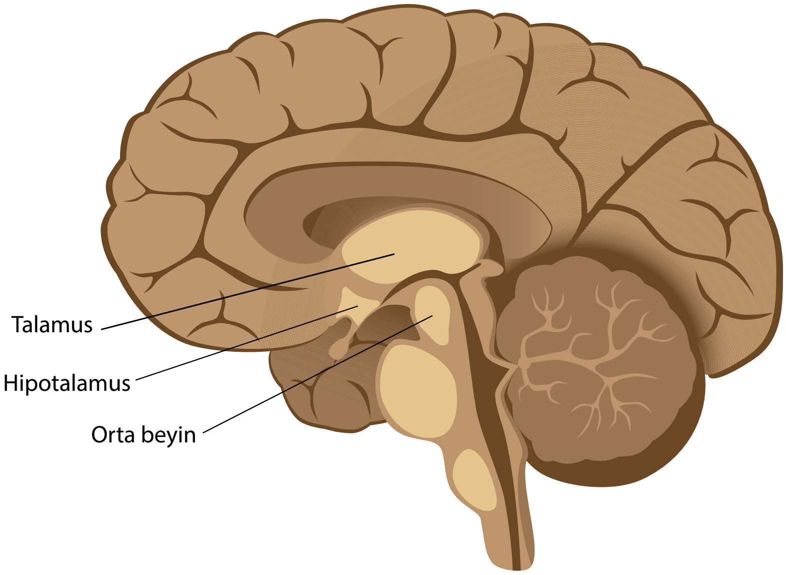
Tablo 1.2 Beyin Yarım Kürelerinin Görevleri

Sol Yarım Küre	Sağ Yarım Küre
Sağ elin kontrolü	Sol elin kontrolü
Konuşma ve yazma	Görme ve hayal
Bilimsel yetenek	Müzik yeteneği
Sayısal yetenek	Sanat yeteneği
Düşünme ve mantık	Yüzlerin ve üç boyutlu şekillerin tanınması
Çözümleme	Anlama

Ara Beyin

Ön beyni oluşturan uç beynin dışındaki kısım ara beyindir. Ara beyin, talamus ve hipotalamus olmak üzere iki kısımdan oluşur:

Talamus: Kelime olarak iç kısım anlamına gelmektedir. Koku duyusu hariç diğer duyu organlarından gelen duyu nöronlarının taşıdığı impulsların geçtiği ve burada sınıflandırıldıktan sonra uç beyne iletildiği yerdir (Şekil 1.10). Uyku-uyanıklık durumunu ayarlayan talamus, uyku hâlinde çalışmaz.



Şekil 1.10 Ara ve orta beyin

Bunu biliyor musunuz?

Yabancı Dil Beyni Değiştiriyor

Birden fazla dil öğrenebilme, insanlara özgü bir yetenek... Bu yeteneğin, beyinde oluşan bazı işlevsel biçim değişiklikleri ile sağlandığı sanılıyor. Şimdiyse İngiliz ve İtalyan bilim insanları, ikinci bir dil öğrenmenin, beynin sol yarı küresinde, yanal lobun alt kısmındaki gri madde yoğunluğunu artırdığını ortaya koydular.

Araştırmacıların yayımladıkları deney sonuçları, iki dil konuşanların sol alt yanal beyin kabuklarındaki gri madde yoğunluğunun, yalnızca ana dilini konuşanlarınkine göre zaman içinde arttığını ve bu artışın küçük yaşta dil öğrenenlerde daha belirgin olduğunu ortaya koydu.

Bilim ve Teknik, Kasım 2004

Bunu biliyor musunuz?

Her yıl 13-19 Mart tarihleri "Beyin Haftası" olarak kutlanmaktadır.

http://tip.uludag.edu.tr

(Erişim Tarihi: (01.11.2017)

Hipotalamus: Vücudun homeostasisinin (iç denge) korunduğu, hormonal kontrolünün sağlandığı, duyusal davranışların kontrol edildiği bölgedir (Şekil 1.10). Başlıca görevleri şunlardır:

- Kan basıncı ve kalp atış hızının ayarlanması
- Vücut ısısının sabit tutulması
- Susama, idrar oluşumu, elektrolit dengesinin düzenlenmesi
- Yeme ve içmenin ayarlanması
- Günlük ritmin ayarlanması
- Duyu ve davranışların ayarlanması
- Karbonhidrat ve yağ metabolizmasının ayarlanması
- Salgıladığı özel hormonlar ile hipofiz bezinin düzenli çalışmasının sağlanması ve hormon salgılamasının kontrolü

Orta Beyin

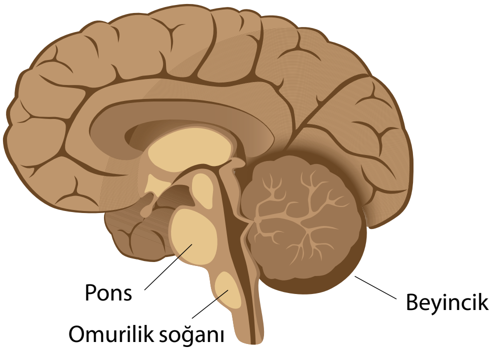
Pons adlı yapının üzerinde, ara beynin altında yer alan orta beyin, görme ve duyma reflekslerinin kontrol merkezidir (Şekil 1.10). Örneğin fazla ışıkta göz bebeklerinin küçülmesi veya ses duyan köpeğin kulaklarını dikmesi orta beyin tarafından kontrol edilir. Orta beynin üst kısmında dört tane çıkıntı vardır. Bunlara **dördüz çıkıntılar (optik lop)** denir. Orta beyinde dinlenme durumunda bile kasların bir miktar kasılı durması (kas tonusu) ve vücut duruşu kontrol edilir.

Arka Beyin

Beyincik, omurilik soğanı ve pons olmak üzere üç kısımdan oluşur:

Beyincik

Başın arka kısmında yer alır. Şekli ağaca benzediği için hayat ağacı olarak da isimlendirilir (Şekil 1.11). Temel görevi, vücudu dengede tutmak ve istemli kasların çalışmalarının birbirleriyle uyumlu olmasını sağlamaktır. Beyinciği zedelenen bir canlı dengesini kaybeder ve düzgün yürüyemez. Beyinciği zedelenen bir kuş, havaya atıldığında kanat çırpıp uçmaya çalışsa da kanatlarını birbirleriyle uyumlu çırpamadığından uçamaz. Beyinciği zedelenen bir insan iki elindeki parmaklarını birbirlerine değdirmekte zorlanır.



Şekil 1.11 Arka beynin kısımları

Vücudun dengesinin sağlanmasında beyincik, gözden gelen uyarıları da değerlendirir; örneğin gözleri kapalı bir kişi tek ayak üstünde durmakta zorlanır.

Beyinciğin dış kısmında boz madde, iç kısmında ise ak madde bulunur.

Omurilik soğanı

Omurilik ile pons arasında yer alır (Şekil 1.11). Omurilikte olduğu gibi dış kısmı ak madde iç kısmı boz maddeden oluşur. Beyinden çıkan motor sinirleri omurilik soğanında çapraz yaparak vücuda dağılır.

Omurilik soğanı sindirim, solunum, dolaşım, boşaltım gibi sistemlerin çalışmasını ve yutkunma, hapşırma, öksürme, kusma gibi hayati refleksleri kontrol eder. Dolayısıyla omurilik soğanı çalışmayan bir kişi ölür.

Pons (Varolii köprüsü)

Sadece memelilerde bulunur. Ön beyin, beyincik ve omurilik soğanı arasında yer alan bu yapı, enine sinir tellerinden oluşur. Varolii köprüsü de denilen bu yapı, beyincik yarım kürelerini birbirine bağlar ve aralarındaki impuls iletimini sağlar (Şekil 1.11).

Araştırınız

Çocukların büyüdükçe dengelerini daha iyi sağlamalarının nedeni nedir? Araştırınız.

Orta beyin, pons ve omurilik soğanının tamamına beyin sapı adı verilir.

1.1.2.2. Omurilik

Omurilik, omurilik soğanının alt ucundan başlayarak sırtta omurga kemikleri içinde korunarak uzanan yaklaşık 50 cm uzunluğundaki merkezî sinir sistemi yapısıdır (Şekil 1.12).

Omurilik de beyin gibi 3 katlı zar sistemi ile sarılıdır. Omurilikte beyinden farklı olarak dışta ak madde, içte boz madde bulunur.

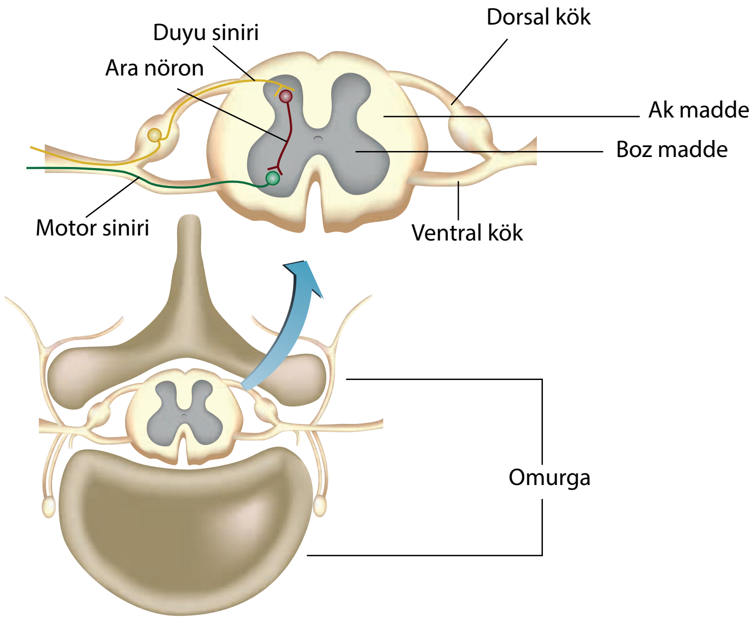
Omuriliğin enine kesiti alındığında kanatları açık kelebek şekline benzer bir görüntü ortaya çıkar. Omuriliğin arka kısmından çıkan iki kola **dorsal (sırt) kök** adı verilir. Buradan

Şekil 1.12 Sırtta omurga kemiklerinin içinde korunarak uzanan omurilik

Araştırınız

Bitkisel hayat nedir? Bitkisel hayatta olduğu söylenen bir kişinin sinir sisteminin hangi kısımları tahrip olmuştur, hangi kısımları çalışmaya devam etmektedir?

omuriliğe duyu sinirleri girer. Ön kısmından çıkan iki kola ise **ventral (karın) kök** adı verilir. Buradan ise motor sinirleri çıkar (Şekil 1.13).



Şekil 1.13 Omuriliğin enine kesiti

Omuriliğin iki temel görevi vardır:

1. Uyarıları iletmek: Duyu organlarından ve çevreden gelen uyarılar öncelikle omuriliğe gelir, burada çapraz yaparak beyne iletilir.

2. Refleksleri ve alışkanlık hareketlerini kontrol etmek: Omurilik vücutta gerçekleşen iki çeşit refleksin de kontrol merkezidir. Yeni doğan bir çocuğun annesini emmesi, avucuna parmağınızı koyduğunuzda parmağınızı kavraması, diz kapağı refleksi gibi doğuştan gelen *kalıtsal refleksleri* ve limon görünce ağzın sulanması, daha önce elini yakmış bir çocuğun sobayı gördüğünde elini sakınması gibi *kazanılmış refleksleri* kontrol eder.

Refleksler insan yaşamı için önemli davranışlardır. Örneğin bebek, yaşamını devam ettirebilmek için emme refleksi ile doğar, anne karnından çıkar çıkmaz emerek beslenebilir. Aynı şekilde yetişkinlerde gerçekleşen birçok refleks de vücudun zarar görmesinin engeller.

Bir refleksin oluşumunda uyartının izlediği yola **refleks yayı** denir. Basit bir refleks yayı 3 sinirden oluşur: Uyartının omuriliğe getirildiği ve dorsal kökten omuriliğe giren **duyu nöronu,** omuriliğin değerlendirme yaptığı ve cevabı oluşturduğu **ara nöron** ve cevabı tepki organına götüren, ventral kökten çıkan **motor nöron.**

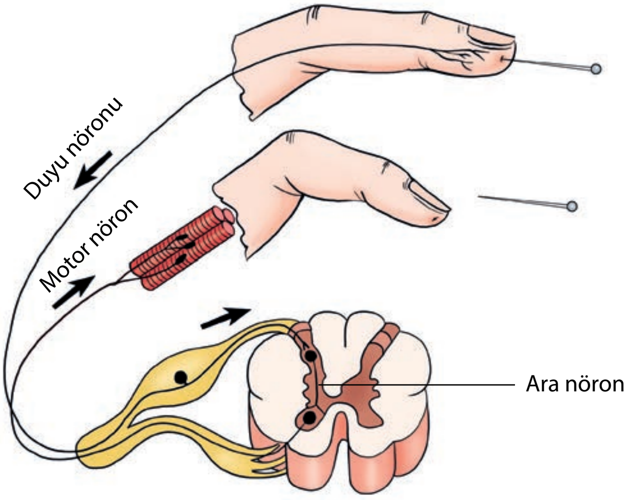
Şekil 1.14'te görülebileceği gibi eline iğne batan bir kişide duyu nöronları uyarıyı önce omuriliğe iletir. Öncelikle omurilikte cevap oluşturulup motor nöronlarıyla kaslara uyarı gönderilir ve elin çekilmesi sağlanır.

Araştırınız

Ani korku durumlarında yaşanabilen idrar kaçırma olayının otonom sinir sistemi ile bağlantısını araştırınız.

Uyarının omurilikteki ara nörondan çapraz yaparak beyne iletilmesi daha sonra gerçekleşir. Yani daha uyarı beyne gitmeden, acı hissedilmeden elin çekilmesi için emir verilmiş olur; acı daha sonra beyinde değerlendirilir ve hissedilir.

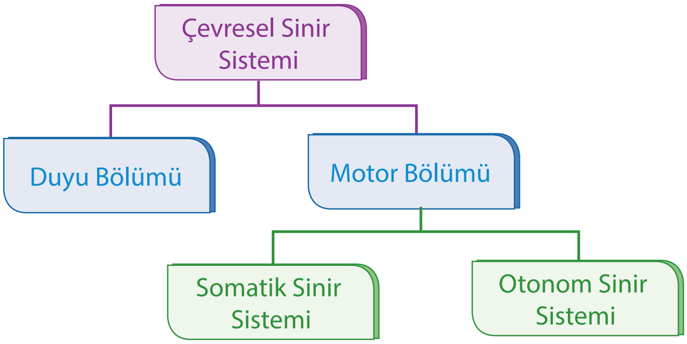
Omuriliğin bir diğer görevi ise alışkanlık hâline gelmiş bisiklet sürmek, örgü örmek, dans etmek gibi davranışları kontrol etmektir. Bu davranışlar beyin tarafından öğrenilir, alışkanlık hâline geldikten sonra omurilik tarafından kontrol edilir, bu davranışların gerçekleşmesinde bir aksaklık ortaya çıkarsa beyin tekrar devreye girer.



Şekil 1.14 Refleks yayının işleyişi

1.1.3. ÇEVRESEL SİNİR SİSTEMİ

Çevresel sinir sistemi, beyinden (kafa sinirleri) ve omurilikten (omurilik sinirleri) çıkan duyu ve motor nöronlarından oluşur (Şema 1.2).



Şema 1.2 Çevresel sinir sisteminin sınıflandırılması

Beyinden 12 çift sinir çıkar. Bu sinirlerden 10. sinir çiftine **vagus siniri** adı verilir. Vagus siniri, akciğer, kalp, pankreas ve bağırsaklara uzanan parasempatik bir sinirdir. Omurilikten 31 çift sinir çıkar, bunlar duyu ve motor nöronlarıdır.

Çevresel sinir sistemi, duyu ve motor sinirleri olmak üzere iki bölümde incelenir. Duyu sinirleri uyarıları duyu organlarından veya diğer organlardan alarak merkezî sinir sistemine taşıyan (getirici) nöronlardır. Motor bölümündeki sinirler ise merkezî sinir sisteminden aldıkları cevabı tepki verilecek organa ileten götürücü nöronlardır.

1.1.3.1. Somatik Sinir Sistemi

Merkezî sinir sisteminden çıkan ve istemli çalışan kaslara uyarı götüren miyelinli motor nöronlarından oluşur.

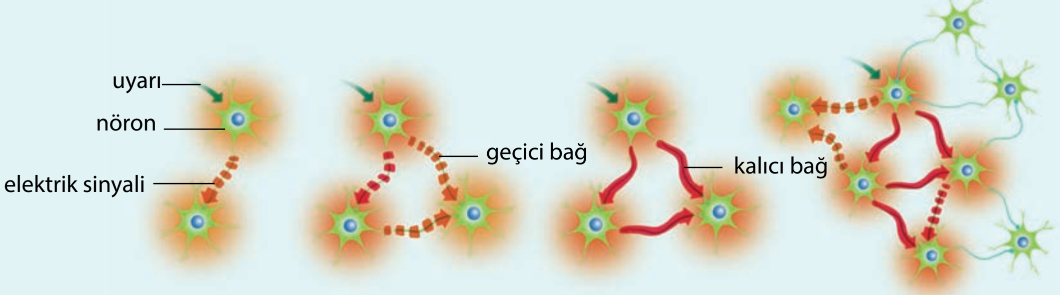
1.1.3.2. Otonom Sinir Sistemi

Merkezî sinir sisteminden çıkan ve kalp, düz kas gibi istemsiz çalışan kaslara uyarı götüren genellikle miyelin kılıfları olmayan motor nöronlarından oluşur. Otonom sinir sisteminin kontrolü de yine beyin ve omurilik yani merkezî sinir sistemi tarafından gerçekleşir.

OKUMA METNİ

BELLEĞİMİZ NASIL ÇALIŞIR?

Beyne gelen bilgilerin kalıcı bir anı olarak beyinde kalabilmesi için bir dizi aşamadan geçmesi gerekir. Uzun dönemli bir anı belli bir örüntüdeki sinirsel etkinliğin sık sık yinelenmesiyle, bellek pekiştirme işlemiyle oluşur. Bir “anı ağı” oluşturulup yeterince pekiştirildi mi o anı bellekten hiçbir zaman silinmeyebilir. Pekiştirme işlemi yeterince yapılmazsa anı zamanla silinebilir.



Bir nöron yeterince güçlü bir uyarı aldığında komşu nöronlardan birine bir elektrik sinyali gönderir.

İki hücrenin arasında geçici bir bağ oluşur. İleride birlikte elektrik sinyali gönderme eğilimine girerler. Başka komşu hücrelerle bağ kurarlar.

Yinelenen sinyal göndermelerle nöronlar birbirine sıkıca bağlanır. Hangi hücreye bir uyarı gelse artık hep birlikte elektrik sinyali gönderirler.

Etkinliğin sürmesiyle başka nöronlar da ağa katılır. Oluşan ağ tek bir anıya karşılık gelir.

Çağlar Sunay
Bilim ve Teknik, Ekim 2008
(Kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

İBN SİNA (980-1037)

İbn Sina, Buhara yakınlarındaki Afşana köyünde(günümüzde Özbekistan sınırlarında) 980 yılında dünyaya gelmiş ve Hamedan şehrinde (günümüzde İran sınırlarında) 1037 tarihinde vefat etmiştir. Orta Çağ'ın en büyük tıp uzmanı olup fizik, kimya, matematik, felsefe ve müzik gibi bilgi ve becerinin çeşitli alanlarında önemli çalışmalar yapmıştır. Tıp ve felsefe alanlarına ağırlık verdiği farklı alanlarda 200 kitap yazmıştır. Batı'da Orta Çağ Modern Biliminin kurucusu ve hekimlerin önderi olarak bilinir ve Avicenna veya Büyük Üstat isimleri ile tanınır.

Tüm eserleri Batı dillerine çevrilmiş ve uzun süre okutulmuş en meşhur İslam hekimidir. Tıpla ilgili birçok eser kalem almıştır; bunlar arasında özellikle kalp-damar sistemi ile ilgili olanlar dikkat çekmektedir ancak adıyla özdeşleşmiş ve Batı ülkelerinde 16. yüzyılın, Doğu ülkelerinde ise 19. yüzyılın başlarına kadar temel eser olarak okutulmuş olan El-Kanun fi't-Tıb (Tıbbın Kanunu) adlı eseri ile ünlenmiştir. Beş kitaptan oluşan bu ansiklopedik eserin birinci kitabı anatomi ve koruyucu hekimlik, ikinci kitabı basit ilaçlar, üçüncü kitabı patoloji, dördüncü kitabı ilaçlarla ve cerrahi yöntemlerle tedavi ve beşinci kitabı çeşitli ilaç bileşimleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler vermektedir.

İbn Sina'nın eserleri incelendiğinde konuları sistematik bir biçimde incelediği görülür. Tarihte ilk defa tıp ve cerrahiyi iki ayrı disiplin olarak değerlendiren İbn Sina, cerrahi tedavinin sağlıklı olarak yürütülebilmesi için anatominin önemini özellikle vurgulamıştır. Hayati tehlikenin çok yüksek olmasından dolayı pek gözde olmayan cerrahi tedavi ile ilgili örnekler vermiş ve ameliyatlarda kullanılmak üzere bazı aletler önermiştir. Kemik, kalp, böbrek sistemi, mikroorganizmalar ve koruyucu hekimlik üzerinde çalışmıştır. Şeker hastalarının idrarına geçen şekeri daha o çağda fark etmiştir. Kanın gıda taşıyan sıvı olduğunu ilk yazan, menenjit hastalığını ilk anlatan, karaciğer iltihabından ve peritonitten (karın zarı iltihabı) söz eden, hastaların bedenlerini parmakla bastırarak muayene etmenin öncülüğünü yapan da İbn Sina'dır. Göz ile de ilgilenmiş, üst göz kapağının dışa dönmesi, sürekli beyaz renge veya kara bakmaktan meydana gelen kar körlüğü gibi daha önce söz edilmemiş hastalıklar hakkında da ayrıntılı açıklamalarda bulunmuştur. Yiyeceklerin ve içilen suyun sağlıklı olmasının önemini, beden ve ruh sağlığını korumak için yapılması gerekenleri sıralamıştır. Bitkilerden ilaç hazırlamış ve bizzat hastalarına uygulamıştır.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R. Topdemir, H.G, Unat, Y. & Koç Aydın, A. (2011). Bilim Tarihine Giriş, Nobel Akademik Yayıncılık.

Doğan, M. (2013). Bilim ve Teknoloji Tarihi, Anı Yayıncılık.

Çelik, E. (2016). Dünyayı Değiştiren Müslüman ve Türk Bilim Adamları, Tutku Yayınevi.

(Derlenmiştir.)

Sinir Sistemi Rahatsızlıkları

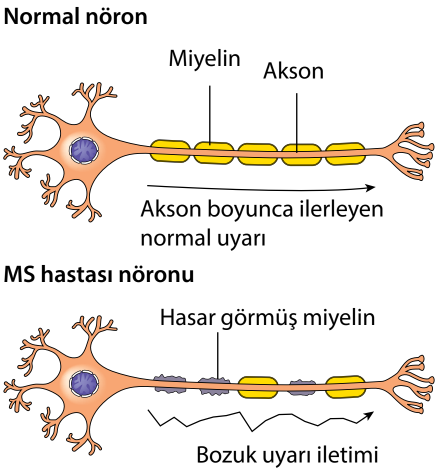
Günlük yaşantımızda ismini sık duyduğumuz sinir sistemi hastalıklarından başlıcaları aşağıda verilmiştir.

Depresyon

Depresyon, genel olarak uzun süreli devam eden mutsuzluk ve umutsuzluk hissi, çöküntü şeklinde tanımlanan bir rahatsızlıktır. Uyku bozukluğu, aşırı iştah veya kilo kaybı, kötümserlik, mutsuzluk, suçluluk, içe kapanma, isteksizlik, dikkat dağınıklığı, unutkanlık, kaygı, huzursuzluk, değersiz hissetme depresyonun başlıca belirtileri arasındadır. Fizyolojik olarak depresyonun temelinde serotonin, noradrenalin ve dopamin adı verilen nörotransmitter maddelerin miktarlarındaki azalmaya bağlı olarak beyindeki kimyasal dengenin bozulması yer almaktadır. Neticede beyindeki sinir hücreleri arasında uyarı iletiminde yetersizlik ve sorunlar yaşanmaktadır. Depresyon beslenme bozuklukları, uyku bozuklukları, bazı ilaçlar, geçirilen hastalıklar, alkol kullanımı, yaşanan travmalar, kayıplar, üzüntü ve zorlayıcı yaşam şartları gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir. Tedavisinde çoğunlukla nörotransmitter maddelerin miktarını düzenleyen antidepresan adı verilen ilaçlar kullanılmakla birlikte hastanın durumuna göre kaygı giderici farklı türde ilaçlar ya da terapi yöntemleri de tercih edilebilmektedir. Ayrıca kişinin keyif aldığı uğraşılarıyla ilgilenmesi, yakınlarının desteği ve kendine zaman ayırması da depresyonun tedavisinde ve önlenmesinde etkilidir.

Multipl Skleroz (MS)

Multipl skleroz (MS) beyinde ve omurilikte, mesajları taşıyan sinir hücreleri etrafındaki miyelin kılıfın hasar görmesine dayalı bir sinir sistemi hastalığıdır (Şekil 1.15). Bu hastalığa *multipl* denmesinin nedeni, beyin ve omuriliğin birçok farklı alanını etkilemesidir. *Skleroz* denmesinin nedeni ise miyelin kılıfın hasar gördüğü yerlerde sertleşmiş dokuların (skleroz) oluşmasıdır. Bu sertleşmiş alanlara *plak* denir. Plaklar, sinir sistemi içinde pek çok yerde oluşabilir ve sinirler boyunca mesajların iletilmesini engelleyebilir. MS belirtileri, etkilenen sinir sistemi bölgesine göre farklıdır. Bunlar arasında hâlsizlik, karıncalanma, uyuşma, duyu eksikliği, denge bozukluğu, çift görme, görme azlığı, konuşma bozukluğu, titreme, kol ve bacaklarda sertlik, güçsüzlük, idrar kaçırma veya yapamama, erkeklerde cinsel güç azlığı sayılabilir. Tanımlanan belirtilerin bir ya da birkaçına birlikte rastlanabilir. MS, genç insanlarda trafik kazaları hariç nörolojik nedenli engeller içinde birinci sırayı almaktadır.



Şekil 1.15 MS hastalığı nöronun miyelin kılıfının zarar görmesinden kaynaklanır.

Alzheimer

Alzheimer (Alzaymır), zihinsel faaliyetlerde ve günlük yaşam aktivitelerinde bozulmaya neden olan bir hastalıktır. Gençlerde de görülebilir ancak genellikle ilerleyen yaşlarda ortaya çıkar. Alzheimer hastalığında genetik yatkınlık en önemli risk faktörüdür. Hastalık çoğu zaman olayları unutma, tekrar tekrar sorma, zihinsel kapasitede azalma, konuşma bozukluğu, dikkati toplayamama şeklinde kendini gösterir.

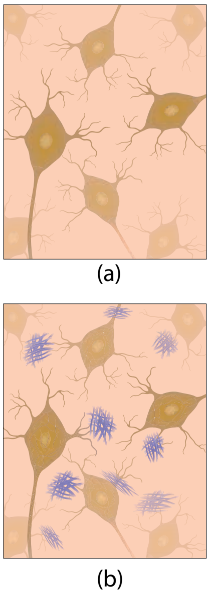
Alzheimer hastalarında henüz bilinmeyen nedenlerle beynin belirli bölgelerinde anormal protein birikimi olmakta, biriken bu proteinler sinir hücrelerini hasara uğratarak birbirleri ile olan bağlantılarını koparmaktadır (Şekil 1.16). Ayrıca alzheimer hastalığında beynin bellek ile ilgili bölgelerinde önemli bir nörotransmitter madde olan asetilkolinin azalması da yaşanan bellek bozukluğuna neden olarak gösterilmektedir. Kısacası bu hastalıkta, beynin iletişim ağı ciddi anlamda bozulmaktadır. Bunun sonucunda da bilgiler ve zihinsel beceriler birer birer yitirilir. Zihinsel sorunlarla birlikte çoğu kez depresyon, hayaller görme, saldırganlaşma, nedensiz ağlamalar, uykusuzluk ve amaçsız dolaşmalar gibi davranış bozuklukları da görülür.

Bunu biliyor musunuz?

Alzheimer dünya genelinde sık rastlanan bir hastalık olup kalp, kanser ve felçten sonra ölüme en çok sebep olan hastalıklar arasındadır. Hastalığa dikkat çekmek ve hastaların sorunlarını tartışmak üzere 21 Eylül, Dünya Alzheimer Günü olarak belirlenmiştir.

Alzheimer hastalarında beyinde oluşan protein birikimi öncelikle kokuyu algılayan sinir hücrelerini öldürmekte ve bu nedenle hastalardaki ilk kayıp koku duyusu olmaktadır.

http://www.trbhsm.gov.tr
(Erişim Tarihi: 01.11.2017)
Bilim ve Teknik, Şubat 2012

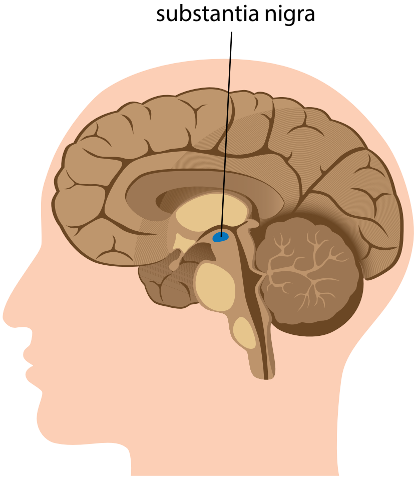


Şekil 1.16 (a) Sağlıklı ve (b) alzheimer hastası bireylerde beyin dokusu

Parkinson

Parkinson hastalığı, ilerleyen tipte nörolojik bir hastalıktır. İlk kez İngiliz Doktor James Parkinson (Ceyms Parkinsın, 1755-1824) tarafından 1817 yılında *titrek felç* olarak tanımlanmıştır. Yavaş ve sinsi seyreden bir hastalık olup genellikle 60 yaş üzerindeki insanlarda görülür. Erkeklerde kadınlara göre daha yaygındır. Hastalık, esasen *motor belirtiler* olarak bilinen vücut hareketleriyle ilgili sorunlarla nitelendirilir; bunlardan belki de en belirgin olanı titremedir. Ağrı, uyku bozukluğu ve depresyon gibi hareketle ilgili olmayan başka sorunlar da ortaya çıkabilir; bunlar *motor olmayan belirtiler*dir.

Parkinson hastalığı, beynin *substantia nigra* adı verilen bölgesinde bulunan ve dopamin üreten nöronların kaybedilmesiyle oluşur (Şekil 1.17). Hareket kontrolüyle ilgili nörotransmiterlerden biri olan dopamin eksikliği yüzünden mesajlar düzgün bir biçimde iletilmez. Parkinson hastalarında, dopamin üreten hücrelerin %70-%80'i hasar görmüş ve kaybedilmiştir. Dopamin yetersizse sinir hücreleri doğru şekilde çalışmaz ve beyin mesajlarını aktaramaz; böylece Parkinson belirtileri olan vücutta titreme, yavaş hareket etme durumu ortaya çıkar. Etkilenen ana nörotransmiter dopamin olsa da başka nörotransmiter anormallikleri de oluşur. Dopamin takviyesinin sorunu ortadan kaldırmak için yeterli olmamasının bir açıklaması budur. Diğer nörotransmiterlerdeki anormallikler, Parkinson hastalığında motor olmayan çok sayıda belirtinin görülmesinin nedenini de açıklayabilir.



Şekil 1.17 Dopamin üreten hücrelerin bulunduğu substantia nigra bölgesi

Bunu biliyor musunuz?

Yaşlanmanın sinir sistemi üzerindeki etkilerini biliyor musunuz?

Yaşlanmanın sinir sistemi üzerindeki en önemli etkisi nöron kaybıdır. İnsanda doğumdan bir süre sonra yeni nöron yapımı sınırlanmakta ve yıllara bağlı olarak kayıp önemli ölçüde artmaktadır. Nöron kaybı sonucu beynin boyutu da küçülür. Beynin sinaptik bağlantıları azalır, nörotransmitter madde üretimi düşer. Yaşa bağlı olarak kolesterol birikimi nedeniyle kan damarlarının daralması sonucu beyne kan akışı azalır. Tüm bunların sonucunda zihinsel aktivitede düşme görülür, motor aktivite yavaşlar, refleks zamanı uzar. Görme, işitme, tat, koku ve denge duyularında bozukluklar yaşanabilir.

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

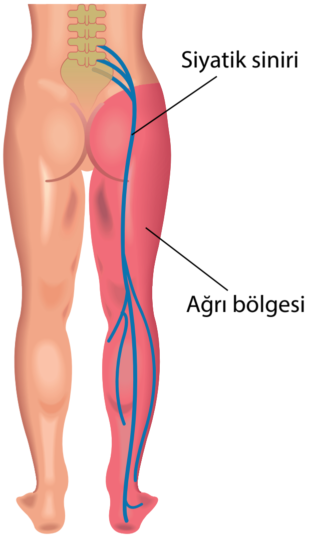
Epilepsi (Sara)

Epilepsi, beyin içinde bulunan sinir hücrelerinin olağan dışı bir elektro-kimyasal boşalma yapması sonucu ortaya çıkan nörolojik hastalıktır. Basitleştirilmiş şekliyle epilepsi, kısa süreli beyin fonksiyon bozukluğuna bağlıdır ve beynin çalışması ile ilgili elektriğin aşırı ve kontrolsüz yayılımı sonucu oluşur. Sıklıkla geçici bilinç kaybına neden olur. Epilepsi nöbetleri farklı şekillerde ortaya çıkar. Kırkın üzerinde nöbet tipi tanımlanmıştır. Bazı nöbetlerden önce korku hissi gibi olağandışı algılamalar ortaya çıkarken bazı nöbetlerde kişi yere düşebilir, kasılmalar yaşanabilir ve bazen kişinin ağzı köpürebilir. İlerlemiş vakalarda nöbetle birlikte yere düşen kişinin dilini ısırıp koparmasını hatta yutmasını önlemek için ağzına dişlerini aralık tutacak bir nesne konulması ilk yardımda oldukça önemlidir.

Araştırınız

Sinir sistemi rahatsızlıkların tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Siyatik

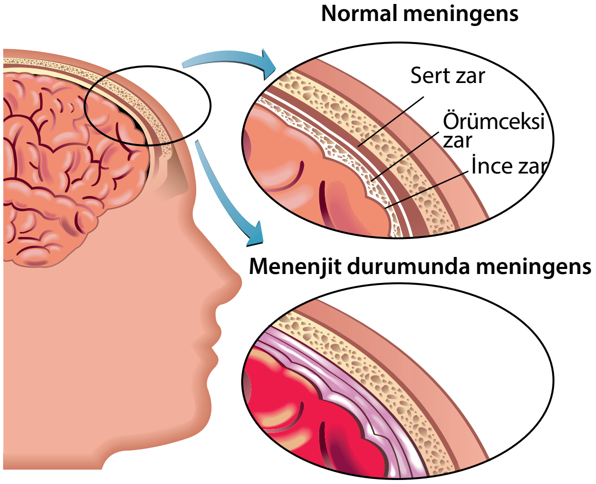


Şekil 1.18 Siyatik hastalığında ağrı bölgesi

Sinir hücresinin yapısını anlatırken omurilikten çıkan ve ayak başparmağına kadar uzanan siyatik sinirinin, insan vücudundaki en uzun aksona sahip sinir olduğundan söz etmiştik (Şekil 1.18). Bu sinir, kalça arka bölümünde leğen kemiğinin içindeki delikten geçerek bacak arka yüzü boyunca ilerler ve diz çevresinde dallara ayrılarak bacağımızın kuvvetini, hissini, refleksini yani tüm elektriğini iletir. Bu siniri veya beldeki köklerini sıkıştıran veya geren birçok sebep öncelikle ağrıya yol açar. Buna da *siyatik ağrısı* denir. En önemli sebep beldeki kökleri sıkıştıran bel fıtığıdır. Ama aynı sinir sıkışıklığına yol açan omur kaymaları, omurdaki dar kanal, tümörler, kistler, iltihaplar da benzer ağrıya sebep olabilir. Hastalık, kalçaya doğru yayılan bel ağrılarıyla başlar. Ağrı, sinir boyunca bacağın arkasını izleyerek kasıktan ayağa dek yayılır. Ağır durumlarda bacak güçsüzleşir, diz ve bilek refleksleri azalır. Tedavisinde dinlenme, sıcak ve fizik tedavi uygulamaları esastır.

Menenjit

Menenjit, beyni saran zarların (meningens) iltihaplanmasıyla oluşan, hemen tedavi edilmezse işitme kaybı, beyin hasarı ve ölümle sonuçlanabilen ciddi bir merkezî sinir sistemi hastalığıdır. Menenjit, beyin ve omuriliği saran zarlardan özellikle en içte yer alan ince zar ile onun üstünde yer alan örümceksi zarın iltihaplanmasından kaynaklanır (Şekil 1.19). Beyin zarını aşmayı başaran hastalık etmeni, beyin-omurilik sıvısına bulaşarak iltihaplanmanın kafa sinirlerinin köklerine, omurilik sinirlerine, ince zar altındaki beyin ve omurilik dokularına yayılmasına da neden olabilir. Hastalığa yakalananların %95'i beş yaş altındaki çocuklardır. Hastalık etmeni, solunum yoluyla veya ellerle vücuda alındığı için kalabalık ortamlarda bulunan çocuk ve erişkinler daha fazla risk taşırlar. Menenjitin bakteriyel ve virütik olmak üzere iki tipi vardır. Viral menenjit genellikle daha sık görülür ve daha kolay atlatılırken bakteriyel menenjit antibiyotikle tedavi edilebilir.



Şekil 1.19 Menenjit hastalığında beyin zarları iltihaplanır.

Ateş, şiddetli baş ağrısı, hâlsizlik, iştahsızlık, ensede ağrı veya ense sertliği, bilinç bulanıklığı, uyku hâli, kusma, parlak ışığa bakamama, ciltte lekeler, titreme ve üşüme menenjitin belirtileri olabilir. Hastalık, birkaç gün süren bir üst solunum yolu enfeksiyonu veya bağırsak enfeksiyonu gibi de başlayabilir. Hastalığın teşhisinde bel bölgesinden iğne ile beyin omurilik sıvısı alınarak incelenmesi çok önemlidir.

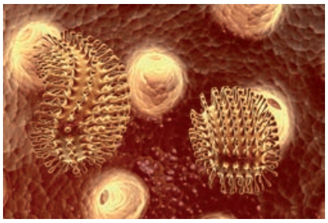
Çocuk Felci (Poliomyelitis)

Polio virüsünün yol açtığı omurilikteki motor sinir hücrelerinin tahribatı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan organ felçleri ile seyreden viral ve bulaşıcı bir hastalıktır. Genellikle 1-4 yaşları arasındaki çocuklarda görülmekle birlikte aşılama ile tamamen önlenebilen bir hastalıktır. Dünyada ve ülkemizde yapılan düzenli aşı kampanyaları ile görülme sıklığı çok azalmıştır (Resim 1.1). Genellikle ateş ya da üst solunum yolu enfeksiyonu ile başlayarak kol, bacak ve gövde kaslarında felçlere, omurgada eğriliklere ve bacakta kısalığa yol açar.

Resim 1.1 Çocuk felci, bacak ve gövde kaslarında felçlere, bacakta kısalığa yol açan bir hastalıktır.

Kuduz

Kuduz; köpek, kedi, yarasa vb. hayvanların tükürük salgısında bulunan virüs ile yayılan bir hastalıktır (Şekil 1.20). Isırıkla veya yaralara kuduz hayvanın salyasının bulaşması ile geçer. Deri veya mukozadan vücuda giren virüs, önce bu bölgedeki çizgili kas hücrelerinde çoğalır. Bunun ardından sinir uçlarından içeri girerek sinir yolunu takip eder ve merkezî sinir sistemine, oradan da hızla beyne ulaşır. Beyinde çoğalan virüs, yeniden otonom sinirler yolu ile tükürük bezleri, böbrek üstü bezi, böbrek, akciğer, karaciğer, iskelet kasları, deri ve kalp gibi diğer organlara ulaşır. Virüsün özellikle tükürük bezine ulaşması hastalığın salya ile bulaşmasını sağlar. Hastalığın kuluçka süresi ortalama 40 gün olup 8 günden 2 yıla kadar değişebilir. Kuluçka süresi içinde kuduz aşısı veya antiserumu yapılırsa hastalık belirti vermeden önlenebilir. Aşının amacı vücutta çabuk ve yüksek seviyede antikor oluşturulup virüsün nötralize edilmesidir. Klinik belirtiler ortaya çıktıktan sonra aşıdan fayda beklenemez, bu durumda tedavinin başarı şansı da oldukça düşüktür.



Şekil 1.20 Kuduz virüsü

Kuduz olma ihtimali olan bir hayvan tarafından ısırılınca yaranın iyice temizlenmesi çok önemlidir. Yarayı sabunlu su ile tekrar tekrar yıkamak gerekir. Hastalık hâlsizlik, huzursuzluk, depresyon ve ateş ile başlar. Hastalığın merkezî sinir sistemine yerleşmesi ile burada kanlanma artar, sinir hücrelerinin çekirdekleri harap olmaya başlar ve bu kusurlu sinir hücreleri vücut savunma hücreleri tarafından ortadan kaldırılır. Bölgeye gelen iltihabi hücrelerin artışı ile beyin iltihabı meydana gelir. Ayrıca gırtlak ve yutak spazmları gelişir, ilerleyen safhada tükürüğün yutulmasının zorlaşması nedeniyle ağızdan salya akar. Bu hastalıkta hidrofobi (sudan korkma) önemli karakteristik bir özelliktir. Hidrofobi, aslında sanılanın aksine "korkma" değildir. Hasta susuzluk çekmesine rağmen, su içme teşebbüsü sırasında boğaz kaslarının kasılması nedeniyle tıkanma, boğulma hissi ortaya çıktığından su içemez ve suya karşı isteksizdir.

Bunu biliyor musunuz?

Ülkemizde 1963 yılında başlatılan aşılama çalışmaları ile çocuk felci vaka sayısında büyük bir düşüş gözlenmiş, en son vaka Kasım 1998 tarihinde bildirilmiştir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölgesi, 21 Haziran 2002 tarihinde "Çocuk Felcinden Arınmış Bölge" olarak ilan edilmiştir.

http://www.thsm.gov.tr

(Erişim Tarihi: 01.11.2017)

Sinir Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

- Beynimiz, oransal olarak bedenimizin küçük bir kısmını (%2-3'ünü) oluştursa da yiyeceklerle kazanılan enerjinin yaklaşık %20'sini harcamaktadır. Dengeli ve yeterli beslenme sinir sisteminin sağlığı açısından çok önemlidir. Uzun süreli beslenme bozuklukları sinir hücrelerinin çalışmasına ve gelişimine engel olarak beyinde önemli hasarlara sebep olabilmektedir. Yediklerimiz hafıza ve zekâ gelişimimizde çok etkilidir. Özellikle B grubu vitaminler, E vitamini; demir, çinko, iyot gibi mineraller içeren besinlerin tüketimi sinir sistemi sağlığı açısından çok önemlidir. B vitaminleri birçok yararının yanı sıra beynimizi strese karşı da korur. E vitamini, hem felç hem de kalp krizi riskini düşürür. Demir, beynin beslenmesi açısından hayati önem taşımaktadır. Özellikle oksijenin beyne iletilmesi ve beyin tarafından kullanılmasını gerçekleştiren kandaki hemoglobin ve alyuvarların yapımında demire gereksinim vardır. Kısacası beynin esas enerji kaynaklarından olan oksijenin beyne gönderilebilmesi için demire gereksinim vardır. Yani diyetimizde muhakkak demir içeren ve demirin yiyeceklerden emilimini kolaylaştıran C vitamini içerikli yiyecekler olmalıdır. Beyin sağlığımız için her gün yeterli miktarda su tüketilmesi ve protein içeriği yüksek gıdaların alınması gerektiği de unutulmamalıdır.

- Beyin ve merkezî sinir sistemi açısından en zararlı elementler kurşun, civa, kadmiyum gibi ağır metallerdir. Bu maddeleri içeren besinlerin tüketilmesi özellikle çocuklarda zekâ geriliği, refleks bozuklukları ve davranış bozukluğuna sebep olur. Atık yönetiminde ve içme suyu arıtımında bu noktaya dikkat edilmeli, denizde ve toprakta bu metallerin birikimini ve hava yoluyla solunumlarını engellemeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

- Yüksek tansiyonlu kişilerde beyin dokuları zarar görebilmekte, özellikle beynin ak maddesinde azalma olmaktadır. Bu durum, kısa süreli bellek kayıpları, konuşma bozukluğu, yön tayin edememe ve bilginin daha yavaş işlenmesi şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Yüksek tansiyondan korunmak için özellikle aşırı tuz ve doymuş yağ tüketiminden kaçınılması ve vücut ağırlığının kontrol altında tutulması gerekmektedir.

- Beyin hücrelerinin ölümündeki en önemli sebep strestir. Stres durumu, birtakım zararlı kimyasal elektronlar meydana getirip bunların beyin hücrelerine yapışmasına sebep olmaktadır. Stresten mümkün olduğunca uzak durulmalı ve stresle başa çıkma yolları öğrenilmelidir.

- Enfeksiyon hastalıklarının beyin sağlığını kötü şekilde etkilediği unutulmamalıdır. Bu noktada hijyen kurallarına uymak, sık sık elleri yıkamak tehlikeli hastalık etmenlerinin vücudumuza ulaşmasına engel olacaktır.

- Zihinsel yorgunluğa sebep olan ilaçlardan uzak durmaya özen gösterilmelidir. Antidepresanlar, çoğu antipsikotikler, antihistaminikler, sedatifler bilhassa yüksek dozlarda alındığında sinir sistemi üzerinde negatif sonuçları görülmektedir.

- Beyin, kaslarımız gibi faaliyet gösterdikçe güçlenmektedir. Özellikle düşünce gücü ve planlama gerektiren faaliyetlerde bulunarak beyin egzersizleri yapılması, beyne kan akışını hızlandırmakta ve adeta beyni oksijenle yıkamaktadır.

- Egzersiz, beyne oksijen ve kan akışını artırmakta ve beynin gıdası olan glikozun (şekerin) beyne daha çok miktarda ulaşmasını sağlamaktadır. Bu nedenle düzenli olarak spor yapmak da sinir sistemi sağlığı açısından çok önemlidir. Gerek spor yaparken gerekse günlük yaşam faaliyetlerimiz sırasında özellikle beynin darbe almaktan korunması gerekmektedir. Darbelerin beyinde geri dönüşümü olmayan hasarlara sebep olabileceği unutulmamalıdır.

- Alkolün en fazla tahribata neden olduğu organlardan biri beyindir. Alkol, beyin hücrelerini öldürdüğü için zamanla beyin küçülür. Aşırı alkol tüketimi mantıklı düşünme, karar verme ve hareket etme yeteneklerinin bozulmasına, hafızanın zayıflamasına ve uyku bozukluklarına sebep olmaktadır. Benzer şekilde sigara ve diğer uyuşturucu maddelerin de sinir hücrelerine zarar verdiği ve yeni hücrelerin oluşturulmasını engellediği yapılan araştırmalar sonucunda ispatlanmıştır. Beyin ve akıl sağlığının en büyük düşmanı uyuşturuculardır. Uyuşturucu bağımlılarında beliren ilk olgu, akıl ve sinir hastalıklarıdır. Delilik, erken bunama, şuur kaybı, uykusuzluk, felçler, halüsinasyonlar, zekâ ve hafıza kayıpları sık karşılaşılan durumlardır.

- Düzenli uyku güne zinde başlamayı sağlamasının yanı sıra hafızanın güçlenmesine ve öğrenme kapasitesinin artmasına da katkı sağlamaktadır. Uykunun, beyni zehirli maddelerden temizlediğine dair yeni veriler elde edilmiştir. Yapılan araştırmalarda uyku sırasında beyin hücreleri arasındaki boşluğun arttığı ve bu artışın uyanıkken merkezî sinir sisteminde oluşan zehirli maddelerin beyinden uzaklaştırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

OKUMA METNİ

DÜZENLİ YAŞAM VE UYKU

Sağlık ve zindelik için düzenli yaşam ve uyku, vazgeçilmez şartlardır. Uyku gereksinimi insan yaşamı boyunca süre açısından değişkendir. Yeni doğmuş bir bebek neredeyse günün tamamını uyuyarak geçirir. Aylar içinde uyku gereksinimi giderek azalır. Oyun çocukluğu döneminin özellikle ilk yıllarında öğlen uykuları pek çok çocuk için vazgeçilmezdir. Büyüme hormonu uykuda salgılandığından çocukların büyüme ve gelişmesinde düzenli ve yeterli uyku çok önemlidir. Yetişkinlik döneminde 7-8 saatlik uykunun yeterli olduğu kabul edilir. Yaşamın ilerleyen yıllarında yaşlılıkta gece uykuları dört saate kadar inebilir. Bunun yanında gün boyunca uyuklamalarla (şekerleme) gece uykusu telafi edilir. Bireyler arasında uyku gereksinimi ve ritmi farklılık gösterir. Bazı insanlar 4-6 saatlik uyku ile yetinirler kimileri ise 10-12 saat uyurlar. Bazıları erken yatıp erken kalktıklarında, bazılarıysa geç yatıp geç kalktıklarında kendilerini daha zinde hissederler. Uyku aynı zamanda ruh sağlığının bir göstergesidir. Streste ve pek çok psikiyatrik hastalıkta uyku ritmi ve süresi bozulur. Ayrıca burun tıkanıklığı ve nefes almada zorlukla birlikte seyreden tüm hastalıklarda ve aşırı şişmanlıkta da uykunun kalitesi bozulur. Yeterli uyku uyunmadığında kişinin fiziksel ve ruhsal streslere dayanıklılığı azalır.

http://w3.bilkent.edu.tr (Erişim Tarihi: 23.11.2017)

(Kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

YÜZYILIN BEYİN CERRAHI PROF. DR. MAHMUT GAZİ YAŞARGİL

Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil, 6 Temmuz 1925 tarihinde babasının kaymakamlık görevi yaptığı Diyarbakır'ın Lice kasabasında doğdu. Lise öğrenimini Ankara Atatürk Lisesinde tamamladıktan sonra Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesine girdi. 1943'te Almanya'da Friedrich Schiller (Fridrih Şiller) Üniversitesinde tıp tahsiline devam etti. Mart 1945'te İsviçre'deki Basel (Bazıl) Üniversitesine geçti ve 1949'da mezun oldu. 1953'te Zürich (Zürih) Üniversitesinde beyin cerrahisi kliniğinde uzmanlığını yaptı. 1960 yılında doçent, 1965 yılında profesör, 1973'te ordinaryüs profesör olup aynı klinikte 1993 yılına kadar yöneticilik yaptı. Zürih Üniversitesi Beyin Cerrahisi Kliniğinde rutin beyin cerrahisi çalışmaları yanında pek çok başarılı ameliyat yaptı.

Ekim 1965-Aralık 1966 tarihleri arasında Amerika'da Burlington-Vermont (Börlingtın-Vermant) Üniversitesinde hayvan laboratuvarında mikrovasküler cerrahi öğrendi ve bu tekniği ilk defa hayvan beyin damarlarında uyguladı. Ocak 1967'de Zürih Beyin Cerrahisi Kliniğine dönüp mikrotekniği ve sisternal açılım yöntemini tüm beyin ve omurilik cerrahisinde kullanmaya başlanmasıyla nöroşirurjide yeni bir çağ açıldı. Zürih'de mikrocerrahi laboratuvarını kurup 1968-1993 yıllarında beş kıtadan 3000'den fazla cerraha mikrocerrahi tekniği öğretildi. Yaşargil tarafından pek çok mikrocerrahi aletin tasarımlanması ya da yeniden tasarımın yapılması sonucu mikrocerrahi nöroşirurjide yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Prof. Dr. Yaşargil'in icatları arasında; kızının adını verdiği, beyin loplarını açmada kullanılan "otomatik Leyla ekartörü" ve dizaynını yaptığı "Yaşargil anevrizma kliplerini" ve "Yaşargil maşası" isimlerini verdiği ameliyat aletleri bulunmaktadır.

Ekim 1994'te Amerika'da Arkansas Üniversitesinde kendisine profesörlük görevi verildi. Bu hastanede ameliyatlar yaptı, dersler verdi, yayımlar yaptı, mikronöroşirurji laboratuvarı kurdu ve mikronöroşirurji kursları hazırladı. 2002 yılında yine bu üniversitenin beyin cerrahi merkezinde "Dr. Gazi Yaşargil Kürsüsü" açıldı. Böylece, ABD'de ilk kez saygın bir üniversitenin bilim kürsüsü bir Türk'ün adını taşımış oldu. Ayrıca Profesör Yaşargil ismi altında Oxford (Oksford)-İngiltere, Little Rock (Litl Rak)-ABD ve Beijing (Beyjing)-Çin'de mikrocerrahi laboratuvarları kurulmuştur. Zürih İsviçre Tıp Fakültesi'nde Kasım 2014 yılında "Yıllık Yaşargil" konferansları başlatılarak Yaşargil'in Zürih Üniversitesinde çalışmaları ve katkıları onurlandırılmıştır. 1999 yılında Amerikan Beyin Cerrahları Birliği tarafından "yüzyılın beyin cerrahı" seçilen Yaşargil, birliğin saygın yayın organı olan Neurosurgery (Nörosorcori) adlı derginin de kapağında yer almıştır. Dergi, 20. yüzyılın en büyük beyin cerrahı olduğunu anlatmak için kendisine tam 81 sayfa ayırdı, Yaşargil'in beyin ve sinir cerrahisinin bilimini ve sanatını kökten değiştirdiğini ifade etti.

http://www.yeditepehastanesi.com.tr/doctor/gazi-yasargil (Erişim Tarihi: 15.11.2017)
Bilim ve Teknik, Aralık 2000
(Derlenmiştir)

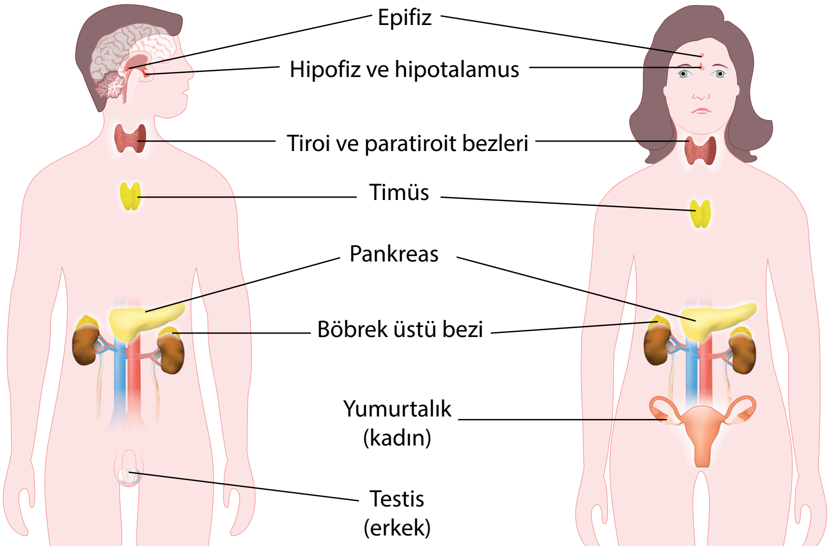
1.2. ENDOKRİN SİSTEM (HORMONAL SİSTEM)

Hormonlar, homeostazinin korunmasında sinir sistemi ile birlikte çalışan, özel hücrelerden salgılanan ve vücuttaki diğer hücrelerin çalışmalarını etkileyen kimyasal uyarıcılardır. *Hormon* kelimesi Yunanca *uyarmak* kelimesinden gelmektedir. Hormonlar vücutta özel hücrelerde üretilir ve üretildikleri yerden farklı yerlere kan ile taşınarak farklı doku ve organları uyarırlar. Hormonlar, kandaki glikoz ve diğer organik besin miktarlarının belirlenmesi, minerallerin seviyesinin ayarlanması, kan pH'ının ve oksijen-karbondioksit düzeylerinin ayarlanması; vücut sıcaklığının, dokulardaki su dengesinin düzenlenmesi, hücrelerin metabolizma hızlarının ayarlanması gibi homeostaziyi sağlayan süreçlerde görev alırlar. Ayrıca hormonlar, vücut içinde kimyasal haberleşme aracı olarak kullanılır. Bir önceki bölümde sinir hücrelerinde iletimin hızlı gerçekleştiği anlatılmıştı. Hormonlar ile yapılan iletişim ise nöronlarla yapılanın aksine yavaştır ve uzun süreli etki gösterir.

Hormonların özellikleri:

- Hormonlar özel bezlerden (endokrin bez) üretilir, kana salgılanır ve hedef hücrelerine kan ile taşınır.
- Kanda belirli bir seviyeye geldiklerinde etkilerini gösterirler.
- Kanda çok az miktarda bulunurlar.
- Organik moleküllerdir (Polipeptid, amino asit, steroid, pürin veya bunların türevleri şeklinde olabilirler.).
- Bazı hormonlar bütün vücut hücreleri üzerinde etkiliyken bazıları belirli bir organ üzerinde etkilidir.
- Aynı endokrin bezden salgılanan farklı hormonlar aynı organ üzerinde farklı etki gösterebilirler veya farklı bezlerden salgılanan farklı hormonlar aynı organ üzerinde benzer etki gösterebilirler.

Şekil 1.21'de görüldüğü gibi insan vücudunda çok sayıda hormon üreten yapı bulunmaktadır. Bunların salgıladıkları hormonların bir kısmı sadece belirli bir dokuyu etkilerken bir kısmı etkilerini tüm vücut üzerinde gösterirler. Tropik hormon adı verilen bazı hormonlar ise başka endokrin bezlerini uyarırlar. Endokrin bezleri ve salgıladıkları hormonları ayrıntılı olarak inceleyelim:

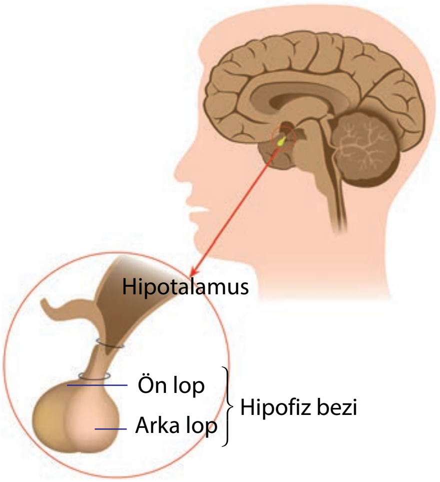


Şekil 1.21 İnsan vücudunda hormon üreten bazı yapılar

1.2.1. HİPOFİZ BEZİ

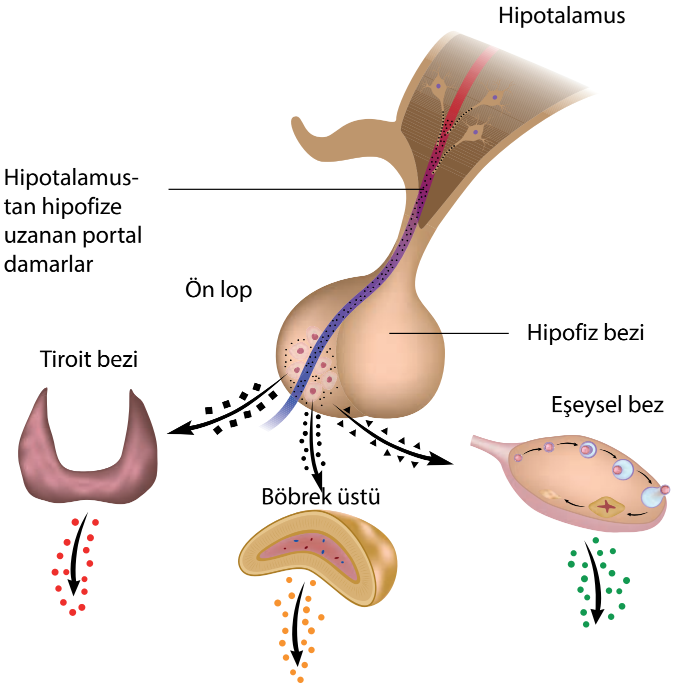
Kafatası içinde bulunan hipofiz bezi, hipotalamusun hemen alt kısmında yer alır ve hipotalamus ile hipofiz yapısal, işlevsel ve gelişimsel olarak birbiriyle çok yakından ilişkilidir.

Hipofiz bezi birbirinden çok farklı yapıda iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar ön hipofiz ve arka hipofiz bezleridir (Şekil 1.22).


Hipotalamus
Ön lop
Arka lop
Hipofiz bezi

Şekil 1.22 Hipofiz bezi

Hipofizin ön lobu, embriyonik dönemde ağız içinde oluşan bir dokunun beyne doğru gelişmesi ve sonra ağız ile bağlantısının kopması sonucunda oluşur. Ön hipofiz bezi hücreleri kendi sentezledikleri hormonları doğrudan kan damarlarına boşaltır ve vücuda dağılmasını sağlar. Hipotalamus tarafından salgılanan *salgılattırıcı (releasing)* ve *durdurucu (inhibiting)* hormonlar, hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan hormonları kontrol etmektedir. Hipotalamusun bu kontrol hormonları, kısa bir damarla hipofize iletilirler; böylece tüm vücuda dağılmadan kısa ve hızlı yoldan kontrol ettikleri beze ulaşmış olurlar (Şekil 1.23).

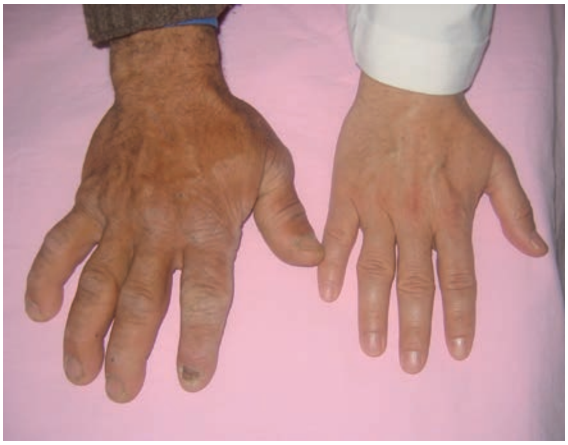

Hipotalamus
Hipotalamus-tan hipofize uzanan portal damarlar
Ön lop
Hipofiz bezi
Tiroit bezi
Eşeysel bez
Böbrek üstü

Şekil 1.23 Hipotalamustan salgılanan hormonlar hipofizin ön lobundan salgılanan hormonların kontrolünü sağlar.

Hipofizin arka lobu, ön loptan farklı olarak beynin bir uzantısıdır, burada hormon üretimi olmaz. Hipotalamustan salgılanan hormonlar arka loba iletilerek buradan kana salgılanır.

Hipofizin Ön Lop Hormonları

Büyüme hormonu (STH): Başta kas, kemikler ve kıkırdaklar olmak üzere vücudun büyüme yeteneği olan tüm hücreleri üzerinde etkisini gösterir. Metabolizmayı doğrudan etkileyen büyüme hormonu protein sentezini hızlandırır. Büyüme hormonu gelişme çağındaki çocuklarda az salgılanırsa cücelik ortaya çıkar. Bazı durumlarda ise büyüme hormonu yeterli salgılanmasına rağmen vücut hücrelerinde bu hormonu tanıyan reseptörlerin eksik olması nedeniyle cücelik ortaya çıkabilir (Afrika'daki pigme ırkının cüceliklerinin sebebi budur.). Gelişme çağında büyüme hormonu çok salgılanırsa devlik ortaya çıkar. Gelişme çağından sonra fazla miktarda büyüme hormonu salgılanması durumunda ise el, ayak, alın, burun ve alt çene kemiklerinin fazla büyümesi olarak gözlenen akromegali hastalığı ortaya çıkar (Resim 1.2).


Resim 1.2 Akromegali hastası

Tiroit uyarıcı hormon (TSH): Tiroit bezinden tiroksin hormonunun salgılanmasını sağlar. TSH hormonunun fazla salgılanması durumunda aşırı uyarılan tiroit bezinden de fazla hormon salgılanır ve tiroit bezi hücrelerinin sayısı artar, bu da tiroit bezinin büyümesine sebep olur.

Adrenokortikotropik hormon (ACTH): Böbrek üstü bezinin kabuk kısmını uyararak burada steroid yapıdaki hormonların yapımını uyarır.

Prolaktin hormonu (PRL): Diğer adı lüteotropik hormon (LTH) olan bu hormon, hamilelik sırasında süt bezlerinin gelişmesini ve süt oluşmasını sağlar. Ayrıca annelik içgüdüsünün ortaya çıkmasında etkilidir.

Folikül uyarıcı hormon (FSH): Kadınlarda menstrüal döngü sırasında folikül hücrelerinin büyümesini ve östrojen hormonunun üretilmesini, erkeklerde ise testislerde sperm üretilmesini sağlar.

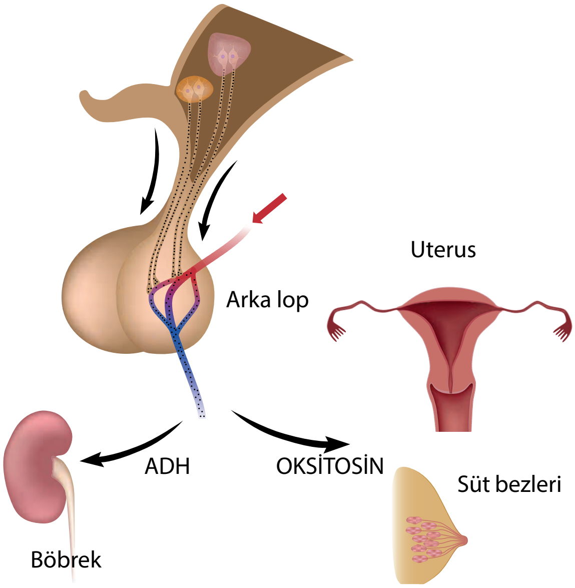
Lüteinleştirici hormon (LH): Kadınlarda yumurtalıklarda olgunlaşmış olan yumurtanın yumurta kanalına atılmasını (ovulasyon) ve içinde yumurtanın gelişmiş olduğu folikül kesesinin korpus luteuma (sarı cisim) dönüşmesini sağlar. Ovulasyonun ardından korpus luteumdan östrojen ve progesteron hormonlarının salgılanmasını uyarır. Erkeklerde ise testislerden testosteron hormon salgılanmasını sağlar.

FSH ve LH hormonları *gonadotropinler* olarak da adlandırılmaktadır.

Melanosit uyarıcı hormon (MSH): Derideki melanosit hücrelerini uyararak deriye renk veren melanin pigmentinin üretilmesini sağlar. Melanin pigmenti, derinin renginin koyulaşmasını sağlar ve güneşte koruyuculuk yapar.

Hipofizin Arka Lop Hormonları

Daha önce de anlatıldığı gibi hipofizin arka lobunda hormon üretilmez, hipotalamus nöronlarında sentezlenen antidiüretik hormon ve oksitosin hormonu kısa kan damarları ile hipofizin arka lobuna getirilir ve buradan kana salgılanır (Şekil 1.24).



Şekil 1.24 Hipofizin arka lobundan ADH ve oksitosin salgılanır.

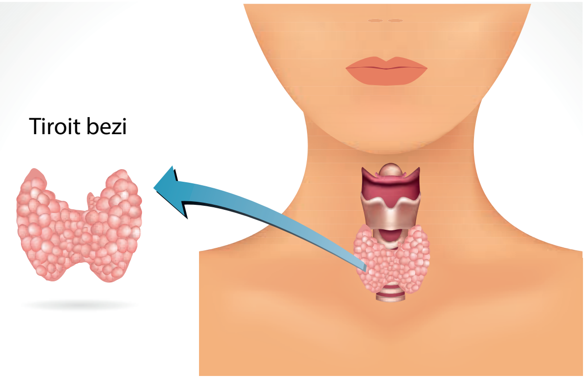
Antidiüretik hormon (ADH) (Vazopressin): Kanın ozmotik basıncının ayarlanmasında görevlidir. İdrar çıkışını ve idrardaki su miktarını azaltarak kanın ozmotik basıncının yükselmesine engel olur. Uzun süre su içmeme, terleme vb. durumlarda kandaki su oranı azalır ve kanın ozmotik basıncı artar. Bu durum hipotalamustaki reseptörleri uyarır ve hipotalamusta ADH hormonu üretilerek hipofize aktarılır. Hipofizden de kana salgılanan ADH, kan ile taşınarak böbreklere ulaşır; böbrek kanallarında bulunan reseptörlere bağlanarak kanalların su geçirgenliğini artırır. Sonuç olarak böbrek kanallarında ilerlemekte olan ve idrar olarak atılacak su, tekrar geri emilerek kana karışır ve kanın ozmotik basıncı düşer. Bu sırada hipotalamus, beyinde su içme isteği doğurarak davranışsal bir tepki oluşturur.

ADH eksikliğinde vücuttan çok fazla su atılır, kanın ozmotik basıncı artar, şeker hastalığına benzer belirtiler ortaya çıkar. Bu hastalığa **şekersiz şeker hastalığı** denir.

Oksitosin: Doğum sırasında doğum sancısını, yani rahim kaslarının kasılmasını sağlar. Doğum sonrasında ise sütün süt bezlerinden boşaltılmasını sağlar.

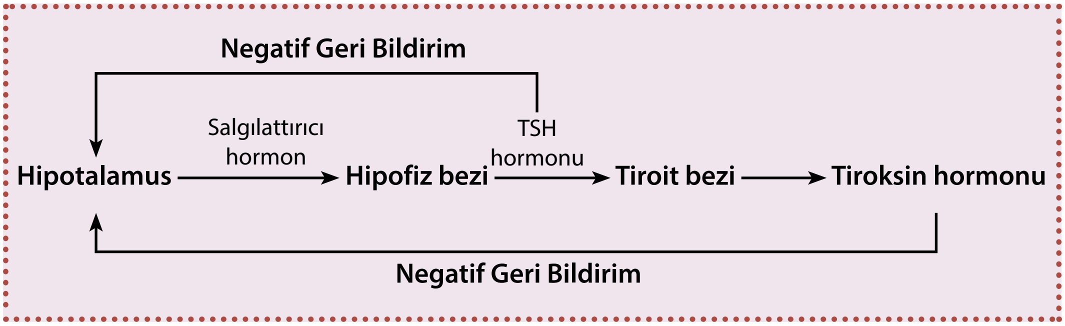
1.2.2. TİROİT BEZİ

Boyun bölgesinde bulunan iki loplu ve 25-40 g kadar bir bezdir (Şekil 1.25). İki farklı hormon salgısı yapar, bunlar tiroksin ve kalsitonin hormonlarıdır.



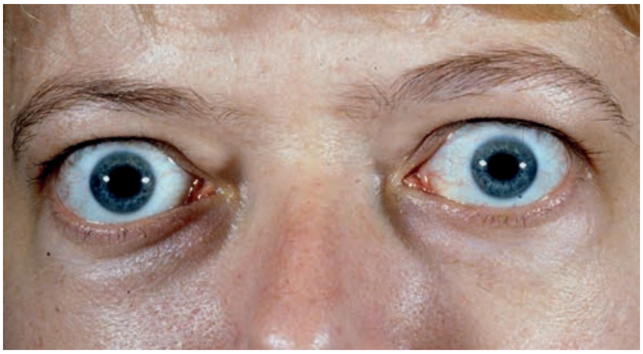
Şekil 1.25 Tiroit bezi

Tiroksin hormonu: Tiroksin, yapısında iyot bulunduran bir hormon çeşididir. Tiroksin hormonunun metabolik hızın ayarlanmasında doğrudan görevi vardır. Vücudun tüm hücrelerine etki ederek O_2 kullanımını artırır, böylelikle besinlerin daha hızlı parçalanmasını ve daha hızlı enerji üretilmesini sağlar. Büyüme ve gelişme sırasında protein sentezini hızlandırır. Nabız ve tansiyonun artmasına neden olur. Tiroit bezinin tiroksin salgılamasının hipofiz bezi tarafından salgılanan TSH hormonu tarafından kontrol edildiğini hatırlayınız. Hipotalamusun salgıladığı *salgılattırıcı hormonlar* hipofiz bezini uyarır ve buradan salgılanan TSH hormonu da tiroit bezini uyararak tiroksin hormonunun salgılanmasını sağlar. Kanda artan tiroksin hormonu, *negatif geri bildirim sistemi* ile hipotalamusu uyarır ve hipofizin uyarılmasını engeller.



Tiroksin hormonu iyot ile çalışabilen bir hormon olduğundan iyot eksikliğinde aktif şekilde çalışamaz ve hipotalamusa geri bildirim etkisi yapamaz. Bu durumda hipotalamus hipofizi, hipofiz ise tiroit bezini uyarmaya devam eder ve tiroit bezi büyümesi sonucunda **guatr** hastalığı ortaya çıkar. Guatr hastalarında tiroksin hormonu eksikliği yaşandığından yorgunluk, hâlsizlik, uyuşukluk, derinin pullanması, kas güçsüzlüğü gibi belirtiler görülür. İleri durumlarda ise **miksodem** denilen ve vücutta şişliklerin oluştuğu hastalık ortaya çıkar.

Tiroksin hormonunun eksikliği çocukluk devresinde ortaya çıkarsa büyüme yetersizliği ve zekâ geriliğinin görüldüğü **kretenizim** hastalığı ortaya çıkar.



Resim 1.3 Graves hastalığında gözler öne doğru fırlar.

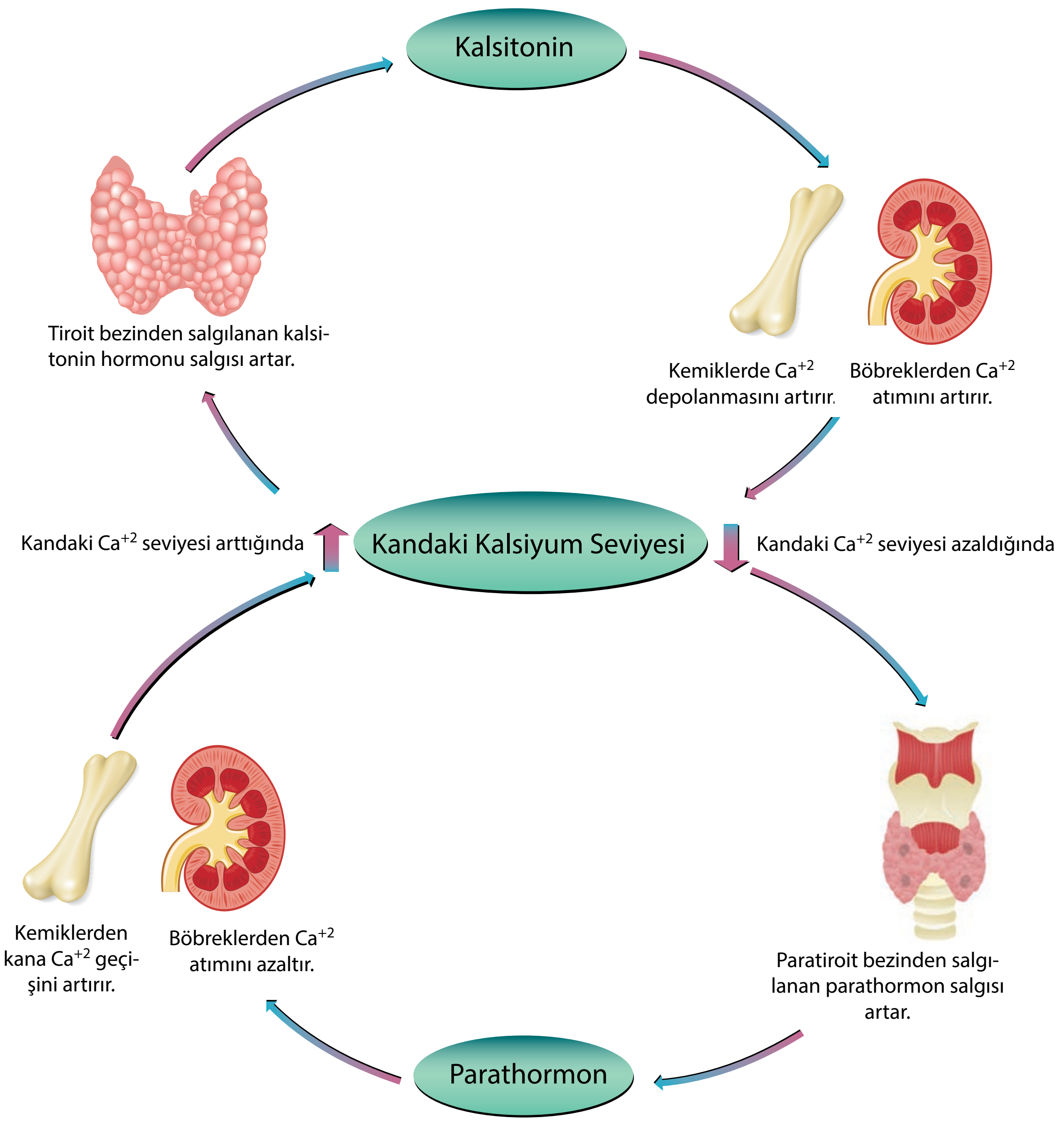
Eğer tiroit bezi, tümör veya farklı hastalıklardan kaynaklanan durumlardan dolayı fazla miktarda tiroksin hormonu salgılarsa bu durumda **iç guatr, zehirli guatr** veya **graves** adı verilen hastalık ortaya çıkar. Bu kişilerde aşırı yorgunluk, uykusuzluk, kilo kaybı, sinirlilik hâli, ellerde titreme, gözlerin öne fırlaması (Resim 1.3), aşırı terleme gibi belirtiler görülür. Zehirli guatr hastalarında halk arasında atom tedavisi olarak bilinen tedavi sürecinde radyoaktif iyotla tiroit bezi küçültülür.

Kalsitonin hormonu: Tiroit bezinden salgılanan ikinci hormon ise kalsitonin hormonudur. Kalsitonin hormonu, kandaki kalsiyum seviyesini ayarlayan bir hormondur. Kanda kalsiyum miktarı arttığında salgısı artan kalsitonin, kalsiyumun kemiklere geçmesini ve depolanmasını sağlar. Ayrıca böbreklere etki ederek kalsiyumun geri emilmesini azaltır ve idrarla daha fazla atılmasını sağlar.

1.2.3. PARATİROİT BEZİ

Tiroit bezinin hemen yanında, arkasında bulunan mercimek şeklinde dört küçük bezden oluşan paratiroit bezi, *parathormon* adı verilen hormonu salgılar.

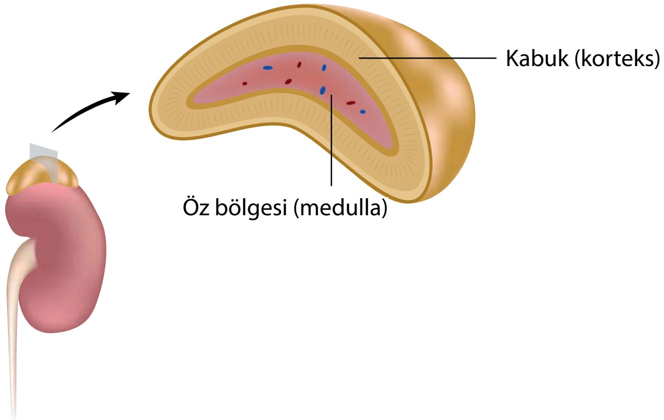
Parathormon: Tiroit bezinden salgılanan kalsitonin hormonu ile zıt etkiye sahiptir. Kanda kalsiyum seviyesi azaldığında salgısı artan parathormon sayesinde kemiklerdeki kalsiyum serbest kalarak kana geçmeye başlar ve böbreklerden kalsiyum atımı azalır, böylece kandaki kalsiyum oranı artar (Şekil 1.26). Parathormon miktarının kandaki seviyesi azalırsa kanda kalsiyum oranı da azalır. Bu durum, kaslarda ağrılı kramplara neden olan **tetani** hastalığına neden olur. Parathormon miktarının artması ise böbrek taşı oluşumuna neden olabilir.


Kalsitonin
Tiroit bezinden salgılanan kalsitonin hormonu salgısı artar.
Kemiklerde Ca^{+2} depolanmasını artırır.
Böbreklerden Ca^{+2} atımını artırır.
Kandaki Ca^{+2} seviyesi arttığında
Kandaki Kalsiyum Seviyesi
Kandaki Ca^{+2} seviyesi azaldığında
Kemiklerden kana Ca^{+2} geçişini artırır.
Böbreklerden Ca^{+2} atımını azaltır.
Paratiroit bezinden salgılanan parathormon salgısı artar.
Parathormon

Şekil 1.26 Kandaki kalsiyum seviyesinin düzenlenmesi

1.2.4. BÖBREK ÜSTÜ BEZLERİ (ADRENAL BEZLER)

Her bir böbreğin üst kısmında bulunan böbrek üstü bezlerinin kütlesi 3-5 g'dır. Böbrek üstü bezlerinin böbrekle doğrudan bir bağlantısı yoktur, böbreklerden bağımsız olarak çalışırlar. Böbrek üstü bezleri iki kısımdan oluşur. İç kısmına **öz bölgesi (medulla)**, dış kısmına ise **kabuk (korteks)** adı verilir (Şekil 1.27).



Şekil 1.27 Böbrek üstü bezlerinin yapısı

Kabuk Bölgesi Hormonları

Böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinden salgılanan hormonların hipofizden salgılanan ACTH hormonu tarafından kontrol edildiğini hatırlayınız.

Böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinden salgılanan hormonlar steroid yapıda olup üç sınıfta incelenir:

1. Kortizol (Glukokortikoidler): Bu hormon adından da anlaşılacağı gibi kandaki glukoz seviyesine etki eden bir hormondur. Uzun süreli açlık durumlarında kandaki şeker oranı düştüğünden vücuttaki protein ve yağ depolarının parçalanarak glikoza dönüşmesini ve kana verilmesini sağlar. Bu sayede kandaki şeker oranının yükselmesinde etkilidir. Glukokortikoidlerin ilaç olarak aşırı miktarda kullanılması, vücudun bağışıklık elemanlarını baskılar. Bu nedenle aşırı ağrı veya iltihaplanma görülen hastalıklarda tedavi amacıyla kullanılır. Ancak uzun süreli kullanılan glukokortikoidler (kortizon ilacı gibi) bağışıklık sistemini uzun süre baskılayacağından enfeksiyonlara neden olabildiği anlaşılmıştır.

2. Aldosteron (Mineralokortikoidler): Kandaki mineral ve su oranı üzerine etkili bir hormondur. Bu hormon böbreklere etki ederek sodyum (Na^+) ve suyun geri emilimini artırırken potasyumun (K^+) geri emilimini azaltır. Böylece kanın, hücrelerin ve hücreler arası doku sıvısının mineral ve iyon dengesini ayarlar; kan basıncını ve hacmini artırır. Eksikliğinde kan basıncının düşmesi, enfeksiyonlara karşı direncin azalması, derinin bronz renk alması şeklinde kendini gösteren **addison** hastalığı ortaya çıkar.

3. Eşeysel hormonlar: Böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinden az miktarda eşeysel hormonlar üretilmektedir. Bunlar *testosteron (androjen), östrojen* ve *progesteron*dur.

Öz Bölgesi Hormonları

Böbrek üstü bezlerinin öz bölgesi embriyonik dönemde sinir dokusundan gelişir ve aslında sempatik sinir sisteminin bir uzantısı şeklindedir, sempatik sinir sistemi ile birlikte çalışır. Buradan adrenalin (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin) adı verilen iki hormon salgılanır.

1. Adrenalin (Epinefrin): Öz bölgesinin temel hormonudur, bu bölgedeki hormon salgısının yaklaşık %80'ini oluşturur. Heyecan, öfke, korku, panik gibi durumlarda salgısı artar. Kalp atışını hızlandırır, kan basıncını artırır; göz bebeklerinin büyümesine, tüylerin diken diken olmasına, kandaki glikoz oranının artmasına neden olur. Beyin ve kas gibi organlara giden kan damarlarını genişletip daha fazla kan geçmesini sağlarken diğer organlara giden kan damarlarını daraltır.

2. Noradrenalin (Norepinefrin): Görevi adrenalinin görevine benzer fakat noradrenalin salınması adrenalin salınmasından bağımsızdır. Daha çok kalp atış hızının ve metabolik hızın artmasında etkisi vardır.

Noradrenalinin nörotransmitter madde olarak da salgılandığını sinir sistemi konusundan hatırlayınız.

Bunu biliyor musunuz?

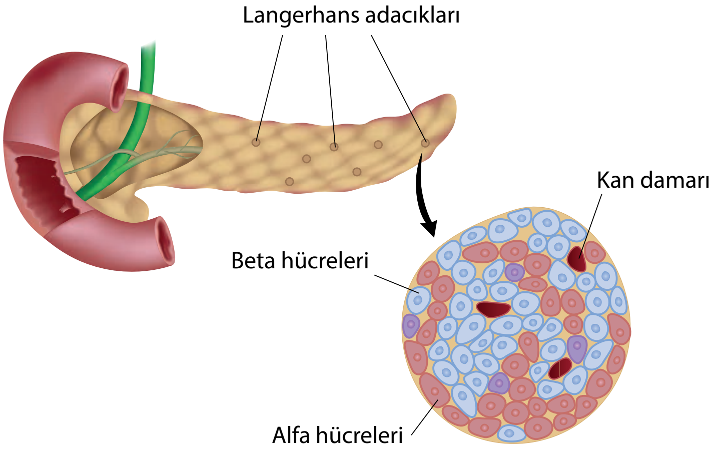
Korktuğumuz zaman yüzümüz sararır. Bunun nedeni, adrenalin etkisi ile deriye giden kan miktarının azalmasıdır.

Campbell N.A., & Reece, J.B. (2008).

Biyoloji (Altıncı Baskı) (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

1.2.5. PANKREAS

Hem hormon salgılayan hem de sindirim enzimi salgılayan pankreas, karma bez olarak görev alır. Uzunluğu yaklaşık 15 cm, kütlesi 80 g olan pankreas, mide ile ince bağırsak arasında yer alır. Pankreasın yaklaşık %98'i sindirim enzimi salgılayan **asinar** adı verilen kısımdan meydana gelmiştir. Geri kalan **langerhans adacıkları** adı verilen kısım, **alfa** ve **beta** hücreleri olmak üzere iki tip hücreden oluşur. Bu hücreler birbirleriyle zıt çalışan *insülin* (beta hücreleri tarafından) ve *glukagon* (alfa hücreleri tarafından) hormonlarını salgılar (Şekil 1.28).



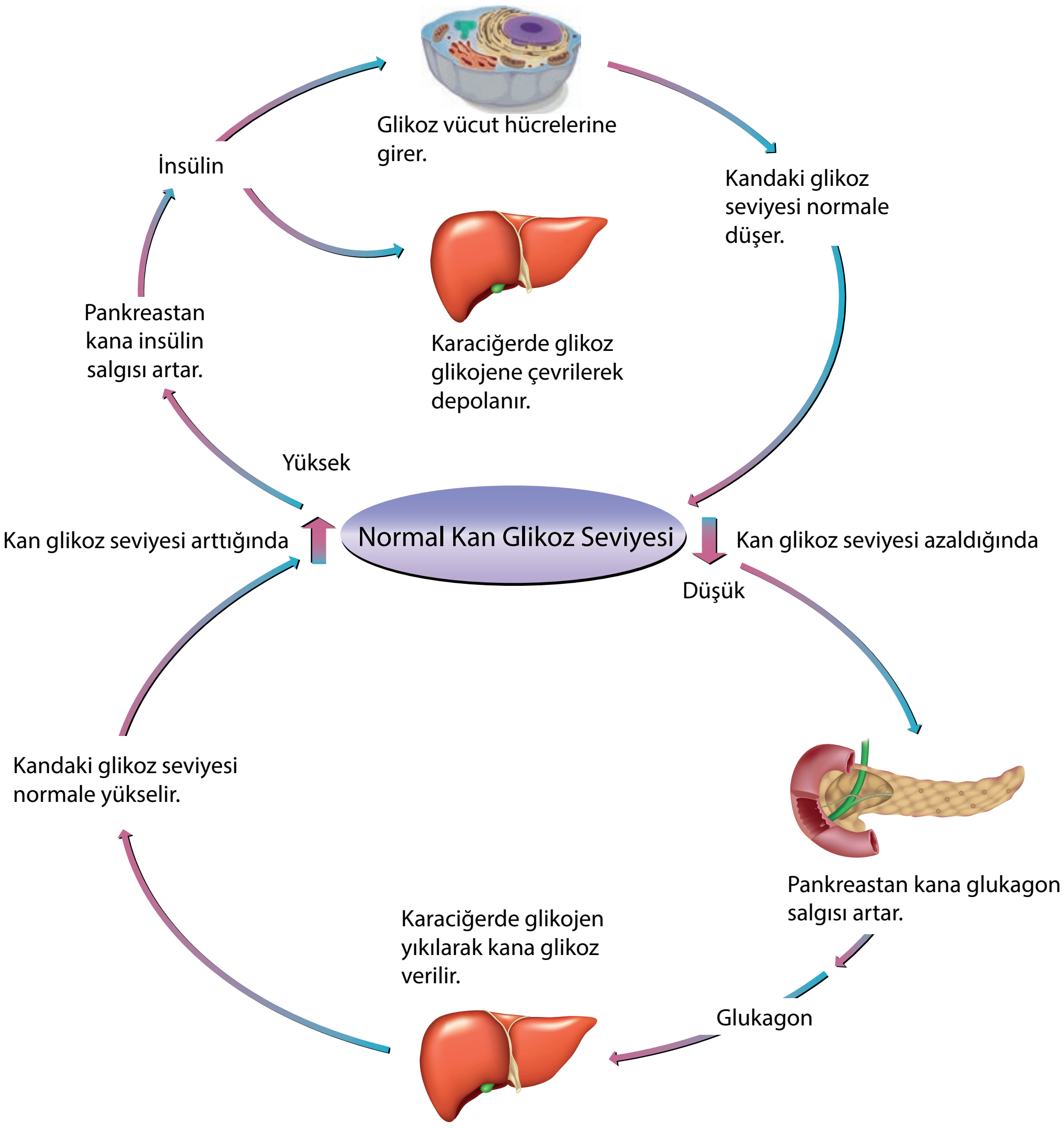
Şekil 1.28 Pankreasın langerhans adacıkları

Glukagon: Langerhans adacıklarının alfa hücrelerinden salgılanır. Kanın glukoz seviyesini artırıcı yönde etki yapar. Açlık durumunda kan şekeri düştüğünde salgılanan glukagon, karaciğerde glikojen yıkımını sağlar ve kana glikoz salınımını uyarır, yağ dokularında yağ yıkımını sağlar.

İnsülin: Glukagon ile zıt (antogonist) çalışan bir hormondur. Kanın glikoz seviyesini düşürücü etki yapar. Beyin hücreleri hariç bütün vücut hücrelerine etki ederek kandan glikoz almaları için uyarır ve kanın glikoz seviyesini düşürür (Beyin hücreleri insülin olmaksızın kandan glikozu alabilir.). Ayrıca insülin hormonu, karaciğer ve kaslarda glikozun glikojene dönüştürülerek depolanmasını sağlar. Protein sentezini ve yağ sentezini uyarır. İnsülin hormonu eksikliğinde şeker hastalığı ortaya çıkar. Şekil 1.29'da insülin ve glukagon hormonlarının salgılanmasıyla kandaki glikoz seviyesinin düzenlemesi sürecini inceleyebilirsiniz.

Araştırınız

Şeker hastalığının yaşam kalitesi üzerinde ne gibi etkileri olduğu konusunda araştırma yapınız. Bulduğunuz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.


Glikoz vücut hücrelerine girer.
İnsülin
Kandaki glikoz seviyesi normale düşer.
Pankreastan kana insülin salgısı artar.
Karaciğerde glikoz glikojene çevrilerek depolanır.
Yüksek
Kan glikoz seviyesi arttığında
Normal Kan Glikoz Seviyesi
Kan glikoz seviyesi azaldığında
Düşük
Kandaki glikoz seviyesi normale yükselir.
Pankreastan kana glukagon salgısı artar.
Karaciğerde glikojen yıkılarak kana glikoz verilir.
Glukagon

Şekil 1.29 Kandaki glikoz seviyesinin düzenlenmesi

Şeker Hastalığı (Diabetes mellitus)

Kandaki glikozun normal seviyesi 80-90 mg/100 mL'dir. Halk arasında şeker hastalığı olarak bilinen *Diabetes mellitus*, insülin hormonunun eksik olması veya hiç olmaması durumunda kan şekerinin normalin üzerinde bulunması durumudur.

> ***Diabetes,* Yunanca aşırı idrar; *mellitus* ise şeker ya da bal anlamına gelmektedir.**

Şeker hastalığının erken belirtileri;

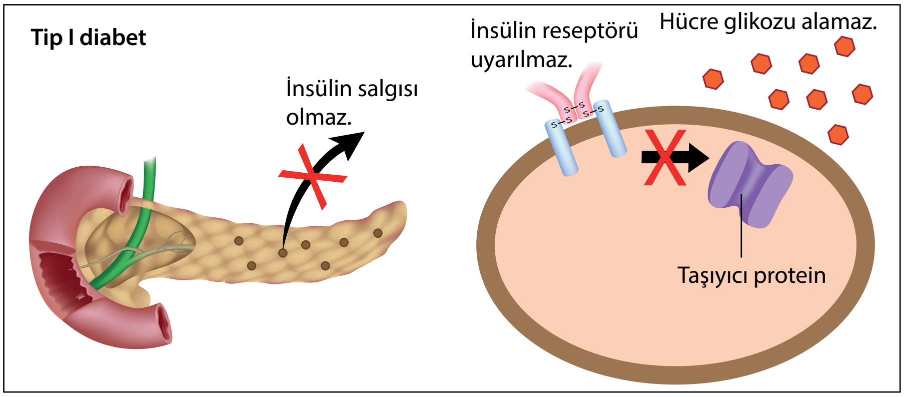
Çok sık idrara çıkma: Kanda aşırı glikozdan dolayı böbreklerden glikoz geri emilemez ve idrarla glikoz atılmaya başlanır. Buna bağlı olarak da glikozun atılması için idrar miktarı artmaktadır.

Çok su içme: İlk belirtiye bağlı olarak kaybedilen sudan dolayı vücudun su ihtiyacının artması sonucu oluşur.

Çok acıkma: İnsülin eksikliğinden dolayı her ne kadar kandaki glikoz oranı fazla da olsa glikoz hücrelere geçemediğinden enerji gereksinimi artar, vücuttaki protein ve yağ depoları kullanılmaya başlanır.

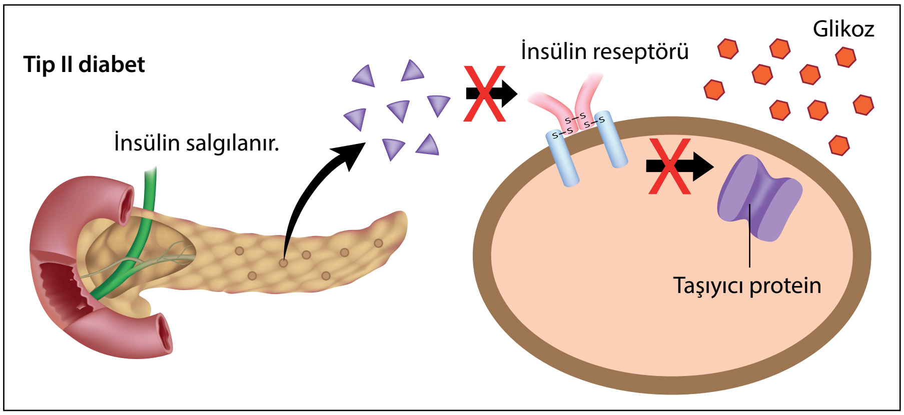
İki tip şeker hastalığı vardır:

Tip I Şeker Hastalığı: İnsülin hormonunun hiç olmamasından kaynaklanır. Genellikle genç yaşlarda ortaya çıkar. Kişinin kendi bağışıklık sisteminin pankreastaki langerhans adacıklarında bulunan insülin üreten beta hücrelerini tahrip etmesinden kaynaklanır. İnsülin salgılanamayınca glikozun hücre içine girmesini sağlayan reseptörler uyarılamaz ve şeker hastalığı ortaya çıkar. Kişiye dışarıdan insülin hormonu enjekte edilmesi gerekir. Glikoz hücrelere yeterli miktarda girmediği için hücrelerde yağ asitleri enerji eldesinde çok daha fazla kullanılır. Bunun sonucunda keton cisimcikleri ve asetoasetat adı verilen atık maddeler çok miktarda oluşmaya başlar ve kana verilir. Kanda yükselen asitli bileşikler kanın pH'ını düşürmeye başlar ve homeostaziyi bozar. Ayrıca kanda lipidli bileşikler ve kolesterolün yükselmesi, damarların daralmasına, yüksek tansiyona ve kalp problemlerine neden olur. Şeker hastalarında gözlerde katarakt oluşumu, böbrek rahatsızlıkları, yeterli oksijeni dolaşım sisteminden alamaması sonucunda ayak parmaklarında kangren oluşumu sıklıkla görülür. Ayrıca glikoz eksikliğinden protein yıkımı da artacağından bağışıklık problemleri de ortaya çıkar (Şekil 1.30).



Şekil 1.30 Tip I şeker hastalığında insülin salgılanmaz, hücrelerde insülin reseptörü olmasına rağmen glikoz hücre içine alınamaz.

Tip II Şeker Hastalığı: Şeker hastalarının büyük bir çoğunluğu bu gruptadır. Kilolu, 40 yaş üstü ve özellikle ailesinde şeker hastalığı olan kişilerde görülme olasılığı yüksektir. Tip II şeker hastalığı, yeterli miktarda salgılanamayan insülin hormonundan veya hedef hücrelerdeki reseptörlerin insüline karşı tepkilerinin eksikliğinden kaynaklanır. Diyet ve egzersiz ile tip II şeker hastaları kandaki şeker seviyelerini kontrol edebilirler (Şekil 1.31).



Şekil 1.31 Tip II şeker hastalığında hedef hücrelerdeki reseptörler insüline karşı gerekli tepkiyi gösteremezler.

1.2.6. EŞEYSEL BEZLER

Üreme sistemi hormonları erkeklerde testis, kadınlarda ovaryumlardan üretilir. Üç çeşit üreme hormonu vardır. Bunlar; *östrojen, progesteron* ve *testosteron*dur. Her üç hormon da steroid yapıdadır. Üreme hormonları büyüme ve gelişmeyi düzenlemenin yanında, üreme döngülerini ve eşeysel davranışları da kontrol eder.

Ovaryum (Yumurtalık) Hormonları

Östrojen: Östrojen hormonunun salgısının hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan FSH ve LH hormonları ile kontrol edildiği önceki konularda anlatılmıştı. Östrojen hormonu, uterusun hamileliğe hazırlanmasını; uterus iç duvarının kalınlaşmasını ve burada mitoz bölünmenin hızlanmasını sağlar. Ayrıca kadına özgü ince ses oluşumu ve vücut yapısının oluşması, üreme organlarının gelişmesi gibi ikincil eşeysel özelliklerin ortaya çıkmasında etkilidir.

Progesteron: Bu hormon embriyonun gelişmesi için uterusun hazırlanmasını sağlarken hamilelik süresince uterusun kas kasılmalarını engelleyerek hamileliğin devamlılığını sağlar.

Testis Hormonu

Testosteron (Androjen): Testislerde bulunan leydig hücrelerinden salgılanan testosteron hormonu sperm olgunlaşmasını, üreme sisteminde bulunan salgı bezlerinin gelişmesini, sesin kalınlaşmasını, sakal ve bıyık çıkmasını sağlar. Testosteron ayrıca kas ve kemik gelişimini uyarır ve protein sentezini artırır.

1.2.7. TİMÜS BEZİ

Göğüs boşluğunda bulunan timüs bezi, lenf sistemine de dâhil olan bir organdır. Yeni doğan bebeklerde büyük olan bu bez, yaş ilerledikçe küçülür. Çocukluk döneminde maksimum aktivite ile çalışır.

Timus bezi, bağışıklık sistemi hücrelerine ait olan T-lenfosit hücrelerinin işlevsel özellik kazandığı yerdir. Timus bezi, T-lenfositlerin timusta veya diğer lenf sistemi organlarında gelişmesinde ve korunmasında önemli rolü olan *timosin hormonu* üretir.

1.2.8. EPİFİZ BEZİ

Beyin yarım kürelerinin arasında bulunan çok ufak bir bezdir. Melatonin adı verilen hormonu salgılar. Bu hormonun salgısı, göze giren ışığın retina üzerine düşmesi ile kontrol edilir. Karanlık ortamda melatonin salgısı artar. Ayrıca mevsimsel geçişlerde gün uzunluğuna bağlı olarak ortaya çıkan değişikliklerle ilgili vücuttaki işlevleri düzenler (biyoritim).

1.3. DUYU ORGANLARI

1.3.1. GÖZ

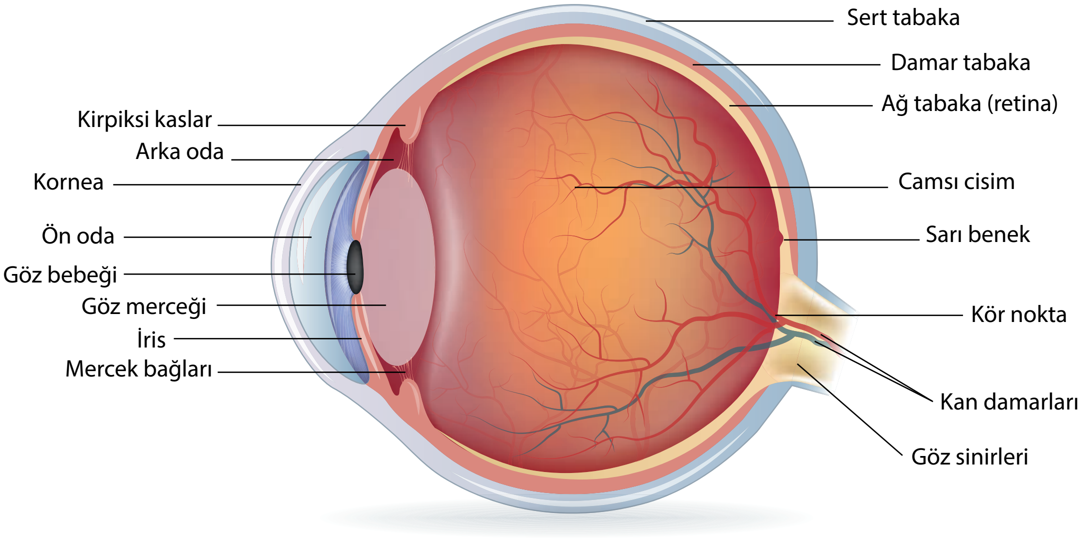
Görme organımız olan bir çift göz, vücudumuzdaki bütün reseptörlerin yaklaşık %70'ine sahiptir. İnsan gözü yaklaşık 400-700 nanometre (nm) dalga boyundaki ışık aralığını algılayabilir.

Göz, göz küresi ve göze yardımcı organlar olarak iki ana kısımda incelenebilir:

Göz Küresi

Çapı yaklaşık 2,5 cm, kütlesi ise 8-10 g olan göz, sahip olduğu yüz milyondan fazla reseptör ile ışık dalgalarını impulsa çevirerek bunların beyne iletilmesini sağlar.

Göz küresi dıştan içe doğru sert tabaka, damar tabaka ve ağ tabaka olmak üzere üç tabakadan oluşur (Şekil 1.32).


Sert tabaka
Damar tabaka
Ağ tabaka (retina)
Kirpiksi kaslar
Arka oda
Kornea
Camsı cisim
Ön oda
Sarı benek
Göz bebeği
Göz merceği
Kör nokta
İris
Mercek bağları
Kan damarları
Göz sinirleri

Şekil 1.32 Gözün yapısı

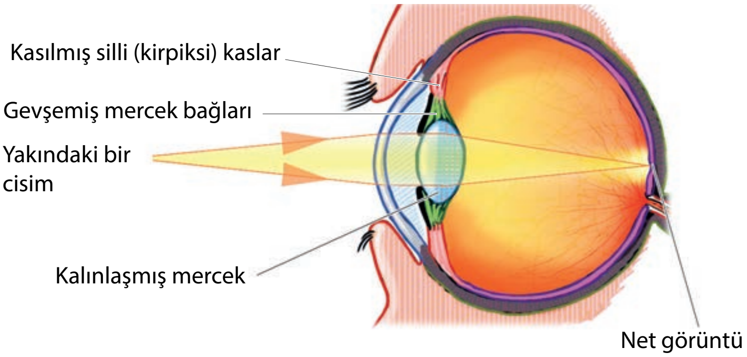
Sert tabaka: Gözün en dış tabakasıdır. Gözü sarar ve iç tabakaları korur. Sert tabakanın gözün ön kısmında saydamlaşıp kubbeleşerek oluşturduğu yapıya kornea (saydam tabaka) denir. Kornea, göze gelen ışınların ilk olarak kırıldığı yerdir. Korneada sinirler bulunmasına rağmen kan ve lenf damarları bulunmaz. Bu nedenle kornea nakillerinde doku uyuşmazlığı fazla görülmez.

Damar tabaka (Koroid tabaka): Sert tabakanın altında yer alan ve gözü besleyen kan damarlarının bulunduğu tabakadır. Pigment içerdiğinden koyu renkli görünür. Pigment içeriği sayesinde gözün içi karanlık bir oda hâline gelir ve içerdeki ışık yansımaları engellenerek net görüntü oluşması sağlanır.

Damar tabaka gözün ön kısmında renkli kısım olan **irisi** oluşturur. İrisin ortasında göze ışınların girdiği delik olan **göz bebeği** bulunur. İris, düz kaslarla göz bebeğinin büyüklüğünü değiştirerek göze giren ışık miktarını ayarlar. Karanlık bir ortama girildiğinde göz bebeği büyür ve göze daha fazla ışık girmeye başlar; bir süre sonra daha net görmeye başlanır. Aydınlık bir ortamda ise göz bebeği küçülür ve daha az ışık geçirmeye başlar. Göz bebeğinin bu refleksinin otonom sinir sistemi tarafından kontrol edildiğini önceki konulardan hatırlayınız.

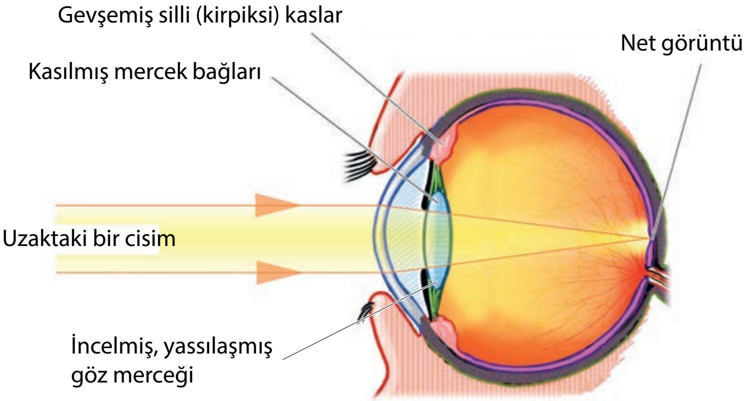
Göz bebeğinin arkasında göze giren ışınların kırılıp retinaya düştüğü **göz merceği** bulunur. Göz merceği saydam, yaklaşık 1 cm çapında, ince kenarlı mercek özelliğinde, kan damarları bulundurmayan bir yapıdır. Göz merceği, tıpkı bir fotoğraf makinesinin netlik ayarlamasında olduğu gibi uzağa ve yakına bakıldığında net görmeyi **göz uyumu** adı verilen adaptasyon ile gerçekleştirir.

- Yakındaki bir cisme bakıldığında damar tabakadaki silli (kirpiksi) kaslar kasılır, göz merceğini tutan mercek bağları gevşer, göz merceğinin kırıcılığı artar ve küresel bir şekil alır (Şekil 1.33).


Kasılmış silli (kirpiksi) kaslar
Gevşemiş mercek bağları
Yakındaki bir cisim
Kalınlaşmış mercek
Net görüntü

Şekil 1.33 Göz uyumu (Yakındaki bir cisme bakarken)

- Uzaktaki bir cisme bakıldığında ise silli kaslar gevşer, damar tabaka genişler ve mercek bağları gerilir; mercek yassılaşır ve merceğin kırıcılığı azalır (Şekil 1.34).


Gevşemiş silli (kirpiksi) kaslar
Net görüntü
Kasılmış mercek bağları
Uzaktaki bir cisim
İncelmiş, yassılaşmış göz merceği

Şekil 1.34 Göz uyumu (Uzaktaki bir cisme bakarken)

Bunu biliyor musunuz?

Yeni doğan bebeklerde göz, ilk günlerde açık renkli görünür. Bunun sebebi, doğumdan hemen sonra gözün içinde bulunan pigmentlerin dağılımlarının düzensiz olmasıdır. Doğumdan birkaç ay sonra gerçek göz rengi oluşur. Yaşlandıkça pigmentler azalmaya başladığından göz rengi gittikçe açılır.

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

Saydam tabaka ile göz merceği arasında kalan boşluk **ön oda,** mercek ile iris arasında kalan boşluk **arka oda** adını alır. Bu odalar, gözün canlılığının ve şeklinin korunmasını sağlayan özel bir sıvı ile doludur.

Ağ tabaka (Retina): Gözün en iç tabakasıdır. Göze giren ışınlar göz merceğinde kırıldıktan sonra gözün içini dolduran saydam, **camsı cisim** adı verilen sıvıdan geçerek retinanın üzerine düşer. Ağ tabakada ışığı algılayan reseptörler ve sinir hücreleri bulunur. Reseptörler şekillerinden dolayı koni ve çubuk reseptörleri olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 1.34). Koni reseptörleri cisimlerin renklerini daha rahat görmemizi sağlar. Çubuk reseptörleri ise renkleri algılayamaz ancak ışığa daha fazla duyarlı olduklarından geceleri daha net görmemizi ve siyah beyaz görmeyi sağlar. Bu yüzden gece aktif olarak avlanan hayvanlarda çubuk reseptörleri çok daha fazla sayıda bulunur. Renkleri algılayan koni reseptörleri, ağ tabakanın **sarı benek** adı verilen bölgesinde çok yoğun olarak bulunur ve buraya düşen görüntü çok daha net olarak algılanır. Ağ tabakanın diğer bölgelerinde ise çubuk reseptörleri bulunur. Üç çeşit koni reseptörü vardır. Bunlar mavi, yeşil ve kırmızı renge duyarlı reseptörlerdir. Renkli görme bu üç temel rengin birleşimi ile ortaya çıkar. Renk körlüğü hastalığı, koni reseptörlerindeki kalıtsal sorunlardan kaynaklanır. Görme sinirlerinin gözden çıktığı **kör nokta** adı verilen bölgede reseptör yoktur. Bu yüzden buraya düşen görüntü algılanmaz.

Göze Yardımcı Organlar

Kaşlar, kirpikler, göz kapakları, gözyaşı bezleri ve göz kasları göze yardımcı organlardır. Kaşlar ve kirpikler, gözü terden, aşırı güneş ışıklarından korur; yabancı maddelerin göze girmesini engeller. Örneğin develerin uzun kirpikleri gözlerine çöl kumlarının girmesini engelleyecek şekildedir. Göz kapakları, gözü toz ve dışarıdan gelen diğer zararlı maddelere karşı korur; gözyaşının kurumasını engeller, gözün nemli kalmasını sağlar. Gözyaşı bezleri, gözün korunmasında önemli etkiye sahip olan gözyaşını üretir. Gözyaşı, normalde günde 1 mg kadar üretilir. Gözyaşının, gözdeki yabancı maddelerin yıkanması, sahip olduğu lizozimal antibakteriyal enzimler sayesinde bakterilerin öldürülmesi, göz küresinin temiz ve nemli tutulması, kornea ve göz merceğine besin ve su sağlanması gibi görevleri vardır. Soğan ve duman gibi gözü tahriş eden maddelerden dolayı gözyaşı salgısı hemen artar.

Araştırınız

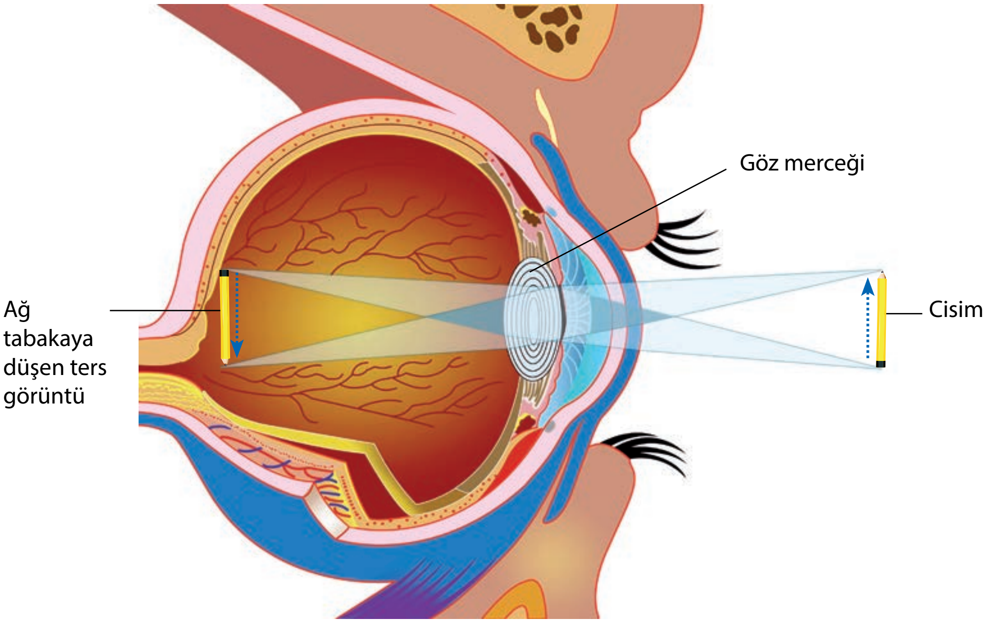
Sınıfta çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla görme engelli kişilerin karşılaştığı sorunlara dikkat çekmek ve toplumdaki bireyleri bilinçlendirmek amacıyla yapılabilecekler üzerinde düşünüp bir poster hazırlayınız. Posterlerinizi sınıfta arkadaşlarınıza sunup üzerinde tartışınız.

Görme Olayı

Görme olayı aşağıdaki şekilde gerçekleşir:

- Kaynaktan gelen ışınlar sırasıyla kornea ve gözbebeğinden geçerek göz merceğinde kırılır ve retinaya ters olarak düşer (Şekil 1.35).
- Işık dalgaları, koni ve çubuk reseptörlerinde sinir impulslarına dönüştürülür.

- İmpulslar optik sinirler aracılığı ile gözden çıkar ve beyne iletilir.
- İmpulslar beyinde işlenir ve görüntü algılanır.


Göz merceği
Ağ tabakaya düşen ters görüntü
Cisim

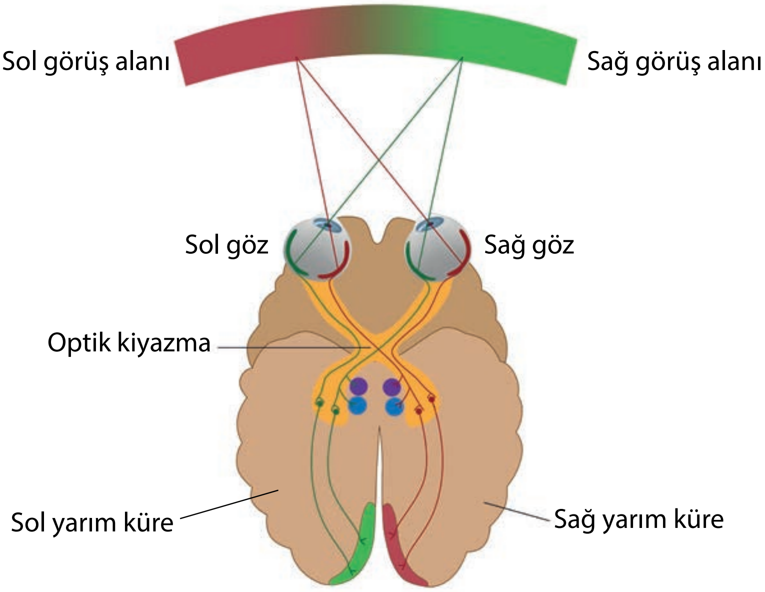
Şekil 1.35 Görme olayı

İki gözden çıkan optik sinirler, beyin kabuğuna yakın bir bölgede **optik kiyazma** adı verilen bölgede birleşir. Optik kiyazmada, her iki gözün sol tarafla ilgili görüntüsü beynin sağ tarafına (Şekil 1.36'da kırmızı olarak gösterilen yol), sağ tarafla ilgili görüntü ise beynin sol tarafına (Şekil 1.36'da yeşil olarak gösterilen yol) iletilir.

Bunu biliyor musunuz?

Göz, insanda doğumdan sonra en az büyüyen organdır.

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.


Sol görüş alanı
Sağ görüş alanı
Sol göz
Sağ göz
Optik kiyazma
Sol yarım küre
Sağ yarım küre

Şekil 1.36 Optik kiyazma ve görüntünün beyne iletilmesi

Araştırınız

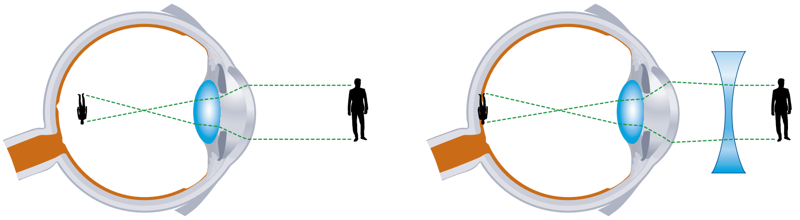
Renk körlüğü, miyopi, hipermetropi ve astigmatizm hastalıklarının nedenleri ve tedavileri ile ilgili araştırma yapıp poster hazırlayınız. Posterinizi sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

Gözün anatomisi ve fizyolojisi ile ilgili bilgilerimizin temelleri çok eskilere dayanmaktadır. Müslüman Arap kökenli İbn Heysem (965-1039), esasında daha çok fizik ile ilgilenen ve bütün dünyada "Optiğin Babası" olarak tanınan bir bilim insanı olmakla birlikte gözün yapısı ve görme olayı ile ilgili önemli bilgilere ulaşmıştır. Gözün kısımlarını tanımlamış ve görme olayındaki rollerini açıklamıştır. O zamana kadar görme olayının gözün yaydığı ışınla gerçekleştiğine inanılırken bu düşünceye karşı çıkmış, görmenin cisimler üzerine düşen ışığın göze ulaşarak gözün ağ tabakasında algılandığını ileri sürmüştür. Bunu da şöyle açıklamıştır: "Uzun süre parlak bir nesne ya da ışığa bakıldığında gözlerimiz kamaşır ve acır. Oysa ışık gözden çıksaydı bu kamaşma ya da acı olmaması gerekirdi. Ayrıca karanlıkta göremiyoruz. Işınlar gözden cisme doğru gitseydi karanlıkta da görmemiz gerekirdi." Bu açıklaması ile daha o yıllarda gözün yapısı ve işleyişi ile ilgili bugünkü bilgilerimizin temellerini atmıştır.

Göz Kusurları

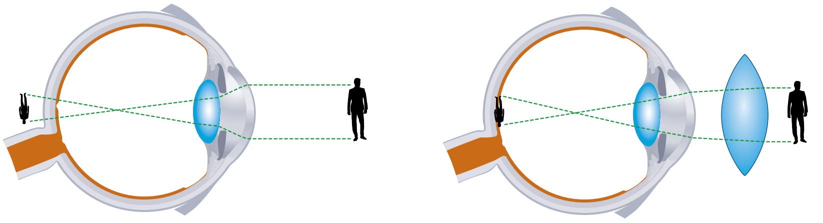
Normal, sağlıklı bir gözde cisimden gelen ışınların mercekte kırıldıktan sonra retinaya düştüğü anlatılmıştı. Ancak doğuştan gelen bazı durumlarda veya sonradan ortaya çıkan sorunlarda, görüntü retinanın üzerine tam olarak düşmez ve görüntü net olarak görülemez.

Miyopi: Göz küresinin önden arkaya doğru çapının artması veya göz merceğinin normalden daha şişkin olup kırıcılığının fazla olması sonucunda görüntü retinanın önüne düşer ve bu sebeple uzağı iyi görememe sorunu ortaya çıkar. Bu sorun kalın kenarlı mercekle düzeltilir (Şekil 1.37).



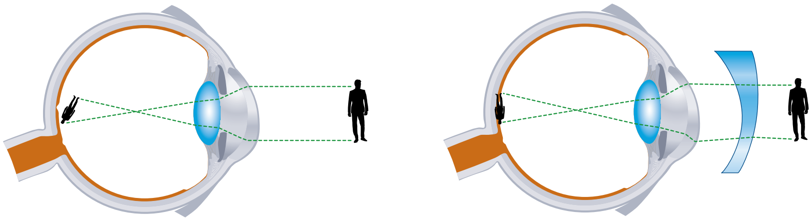
Şekil 1.37 Miyop göz ve bunun kalın kenarlı mercekle düzeltilmesi

Hipermetropi: Göz küresinin önden arkaya çapının azalması veya göz merceğinin normalden ince olup kırıcılığının azalması sonucunda görüntü, retinanın arkasına düşer. Bu sebeple yakını iyi görememe sorunu ortaya çıkar. Sorun ince kenarlı mercekle düzeltilir (Şekil 1.38).

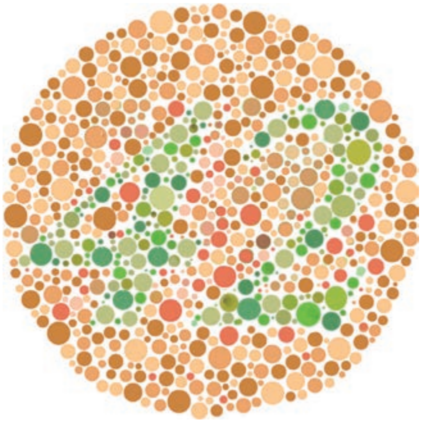


Şekil 1.38 Hipermetrop göz ve bunun ince kenarlı mercekle düzeltilmesi

Astigmatizm: Göz merceği ya da korneadaki düzensiz kıvrımlar sonucunda göze giren ışınlar farklı açılarda kırıldığından retinanın üzerine aynı şekilde düşmez. Astigmatlık silindirik mercekle düzeltilir (Şekil 1.39).



Şekil 1.39 Astigmat göz ve bunun silindirik mercekle düzeltilmesi



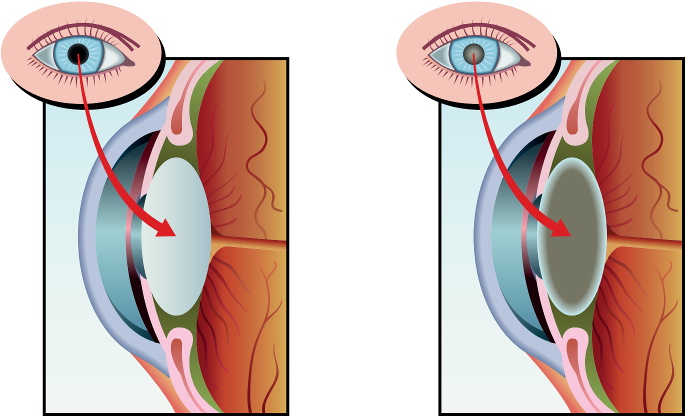
Şekil 1.40 Renk körlüğü testi örneği

Renk Körlüğü: İnsanda X kromozomu ile çekinik olarak taşınan kalıtsal bir hastalıktır. Koni reseptörlerinin renkleri algılamalarındaki bozukluk nedeniyle ortaya çıkan bu hastalıkta kişiler bazı renkleri ayırt edemez. Renk körlüğünün teşhisi için Şekil 1.40'da örneği görülen bazı testler uygulanabilir.

Prespitlik: Yaşlanmaya bağlı olarak göz merceği, esnekliğini kaybetmeye başlar. Bu durumda gözün uyum yeteneği azalır ve yakına bakıldığında net görememe başlar. Bu göz kusuru da hipermetropta olduğu gibi ince kenarlı mercekle düzeltilir.

Şaşılık: Göz küresini hareket ettiren kasların birbirleri ile uyumlu çalışmaması sonucunda gözler aynı noktaya yönelemez. Şaşılık ameliyat ile düzeltilir.

Katarakt: Göz merceğinin saydamlığını kaybederek matlaşmasıdır (Şekil 1.41). Genellikle orta yaş üstü kişilerde görülen katarak hastalığında kişi buğulu bir camdan bakıyor gibi görür. Katarakt tedavisinde mercek ameliyatla değiştirilir.



(a) (b)

Şekil 1.41 (a) Normal ve (b) kataraktlı göz

OKUMA METNİ

HAVUÇ YEMEK GÖRME YETENEĞİNİ ARTIRIR MI?

Pek çoğumuz küçükken aile büyüklerimizden havuç yersek daha iyi görebileceğimizi duymuşuzdur. Havucun daha iyi görmemizi sağlayacağı inancı 2. Dünya Savaşı'na dayanıyor. Dönemin güçlü ordusu olan Alman ordusunun uçaklarını tespit edebilen radar istasyonları ağını oluşturan ve bu şekilde pek çok Alman saldırı uçağını hem gündüz hem gece düşürebilen İngiliz ordusu, sahip olduğu teknolojiyi gizlemek ister. Bu amaçla gazetelerde İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri pilotlarının gece görüş yeteneğinin havuç yemeleriyle ilişkilendirildiği uydurma haberleri yayımlatır. Oysa havuç, herhangi bir görme kusurumuz yoksa maalesef daha iyi görmemizi sağlamaz ancak içeriğinde bulunan bazı maddeler (örneğin beta karoten) sayesinde göz sağlımızı korumamıza yardımcı olur.

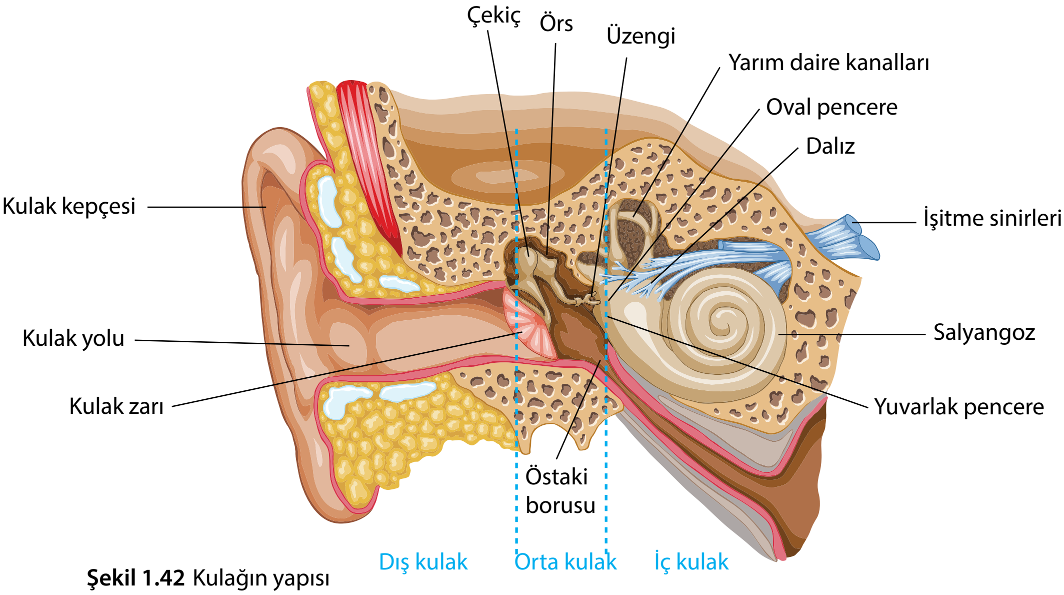
İbrahim Özay Semerci
Bilim ve Teknik, Ocak 2014

(Kısaltılmıştır.)

1.3.2. KULAK

Hem işitme hem de vücut dengesinde görevli olan kulak, işitme görevini ses dalgalarını impulsa çevirip, beyne ileterek; denge görevini ise vücudun dikey ve yataydaki değişimlerini beyinciğe ileterek gerçekleştirir.

Kulak; dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 1.42):


Çekiç
Örs
Üzengi
Yarım daire kanalları
Oval pencere
Dalız
Kulak kepçesi
İşitme sinirleri
Kulak yolu
Salyangoz
Kulak zarı
Yuvarlak pencere
Östaki borusu
Dış kulak
Orta kulak
İç kulak

Şekil 1.42 Kulağın yapısı

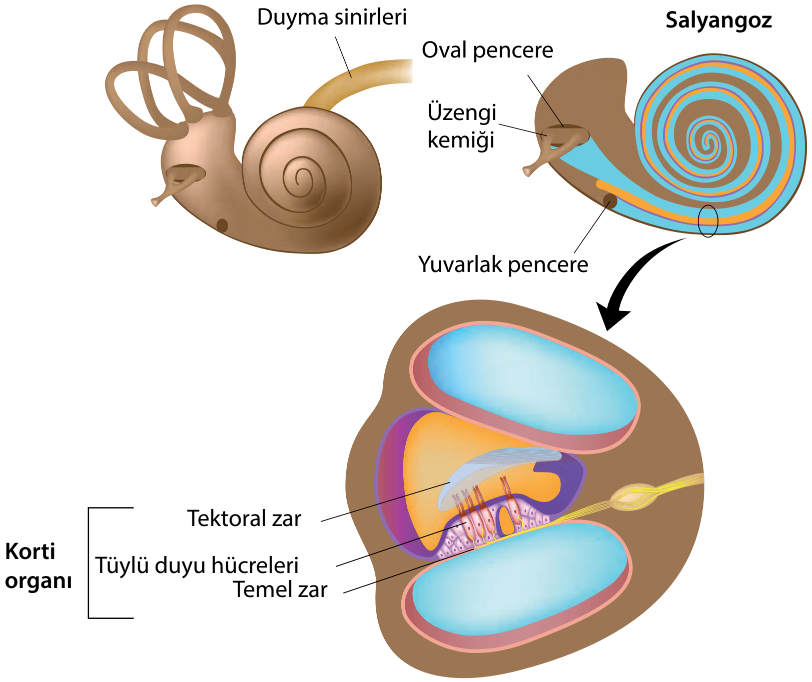
Dış kulak: Dış kulak sadece karada yaşayan memelilerde bulunur. Memelilerin çoğunda kulak kepçesi hareketli iken insanda hareketsizdir ve ses dalgalarının toplanmasını sağlar. Kıkırdak yapılı olan kulak kepçesinin altında yağlı kısım olan kulak memesi bulunur. Kulak kepçesinde toplanan ses dalgaları, yaklaşık 2,5 cm'lik dış kulak yolu boyunca iletilerek sondaki kulak zarını titreştirir. Dış kulak yolundaki hücreler, kulak kiri adı verilen salgıyı üretir. Kulak kiri, kulağın içine giren yabancı maddelerin tutulmasını sağlar.

Orta kulak: Kulak zarının ses dalgaları ile titreşmesi sonucunda ses orta kulağa iletilmiş olur. Ses titreşimleri burada bulunan orta kulak kemiklerine gelir. Bu kemikler benzetildikleri şekillerden dolayı **çekiç, örs** ve **üzengi** kemikleri adını alır. Orta kulak kemikleri kulak zarından aldıkları titreşimleri 15-20 kat artırarak iç kulağa açılan oval pencereye iletir.

Orta kulakta yutağa açılan **östaki borusu** adı verilen bir kanal bulunur. Bu kanalın görevi, kulak zarının iki tarafındaki basıncın dengede tutulmasını sağlamaktır.

İç kulak: İç kulakta hem işitme ile hem de denge ile ilgili yapılar bulunur. İşitmeden sorumlu bölgeye **salyangoz** (Yunanca: kohlea) adı verilir. Salyangozun içinde işitme olayında görevli reseptörleri taşıyan **korti organı** bulunur (Şekil 1.43).

Korti organında bulunan tüylü duyu hücreleri altta temel zara, üstte ise tektoral zara bağlıdır. Ses dalgaları salyangoza geldiğinde tüylü duyu hücrelerini ve zarları titreştirir. Bu titreşimler duyma sinirleri tarafından beyindeki duyma merkezine iletilir.



Şekil 1.43 İç kulakta salyangozun ve korti organının yapısı

Bunu biliyor musunuz?

Ani rakım değişiklikleri, uçak yolculuğu gibi durumlarda ağzı açık bırakmak, sakız çiğnemek, esnemek veya nefes alıp ağız ve burun deliklerini kapatarak yutağa kuvvetle hava yollamak östaki borusunun kulak zarının iki tarafındaki basıncı eşitlemesinde fayda sağlayabilir.

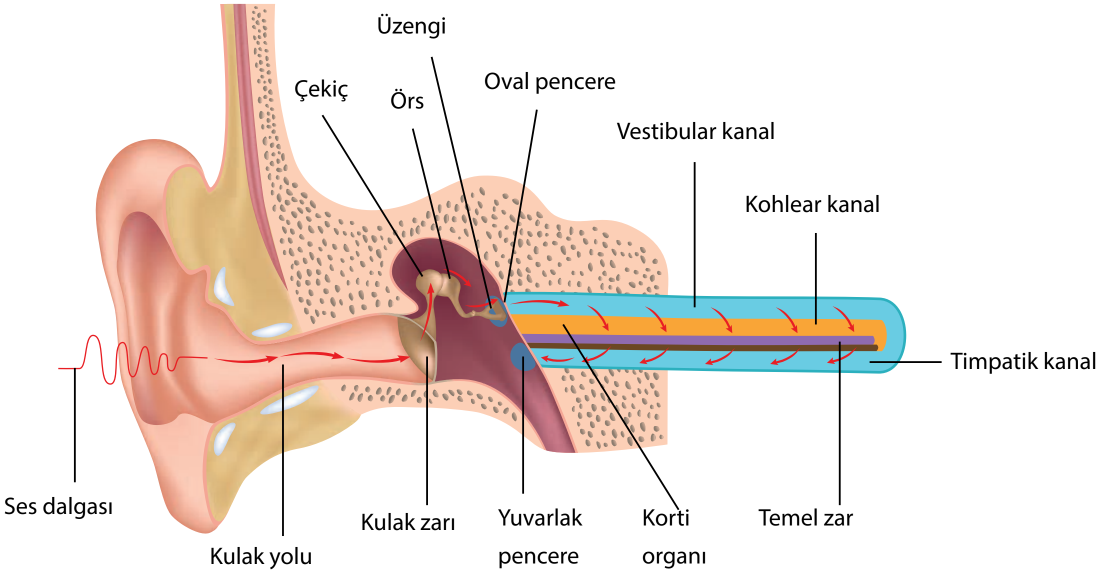
Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

Araştırınız

İşitme ve denge kaybı olan kişiler günlük hayatlarında ne gibi sorunlarla karşılaşırlar? Bu bireylerin hayatlarının kolaylaştırılması için ne gibi çözümler üretilebilir? Araştırınız. Bulduğunuz çözüm önerileri üzerinde sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

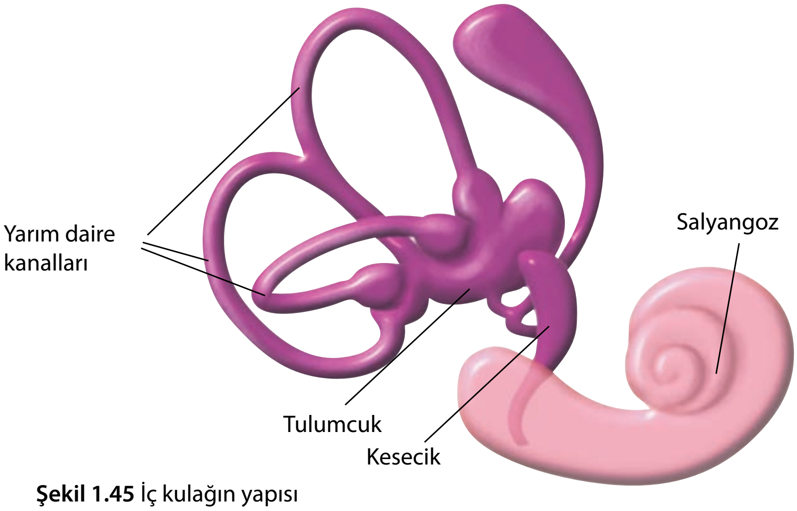
Sesin algılanması, sırasıyla aşağıdaki basamaklarda gerçekleşir (Şekil 1.44):

- Ses kaynaktan çıktıktan sonra ses dalgaları kulak kepçesi tarafından toplanır ve kulak yolu boyunca taşınarak kulak zarının titreşmesi sağlanır.
- Kulak zarının titreşimleri orta kulak kemiklerine iletilir. Orta kulak kemikleri ses titreşimlerinin gücünü artırarak iç kulağa, oval pencereye verir.
- Oval pencereden içeri giren ses titreşimleri, öncelikle iç kulağın başlangıç kısmı olan dalızdan geçer ve daha sonra vestibular kanal içindeki sıvıda basınç dalgası yaratır.
- Sıvıda oluşan bu dalga, timpanik kanala geçer ve yuvarlak pencereye çarparak yok olur.
- Vestibular kanaldaki basınç dalgaları, kohlear kanaldaki temel zarı titreştirir. Bu titreşimler, tüylü duyu hücrelerinin tektoral zara değip uzaklaşmasına neden olur (Şekil 1.43).
- Tüylü duyu hücrelerinin tektoral zara değip uzaklaşması, buradan nörotransmitter madde salgılanmasını ve sinaps yaptıkları duyu nöronlarına uyarı iletilmesini sağlar.
- Duyu nöronları da bu uyarıların salyangozdan çıkıp beynin işitme merkezine iletilmesini sağlar. Beynin işitme bölgesinde impulslar değerlendirilir ve duyma olayı gerçekleşir.



Şekil 1.44 Sesin kulak içinde izlediği yol

İç kulakta işitme ile ilgili yapıların dışında vücut dengesinde görevli yapılar da bulunur. İç kulakta bulunan **kesecik (sakkulus), tulumcuk (utriculus)** ve **yarım daire kanalları** vücut dengesinin korunmasında görev alır (Şekil 1.45).

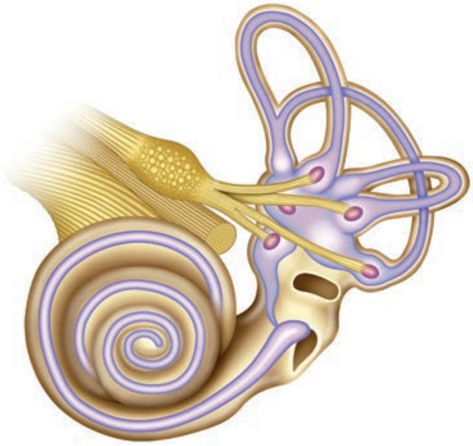


Şekil 1.45 İç kulağın yapısı

Vücutta iki çeşit denge olayı vardır. Bunlardan **statik denge,** vücut pozisyonunun yer çekimine göre dikey düzlemde ayarlanması; **dinamik denge** ise dönme, hızlanma ve yavaşlama gibi hareketlerde vücut pozisyonunun korunmasıdır.

Kesecik ve tulumcuğun içinde tüylü hücreler bulunur; bu hücreler başın konum değişikliklerine, yer çekimine ve tek yöne hareketlere tepki verir. Kılların tamamı jelatinimsi bir yapının içinde uzanır. Bu jelatinimsi maddenin içinde ayrıca kalsiyum karbonat yapılı **otolit taşları** adı verilen küçük tanecikler bulunur. Otolit taşları içinde bulundukları endolenf sıvısından ağır olduklarından başın konumu değiştiğinde hareket eder ve duyu hücrelerini uyarır. Bu uyarılar beyne ve beyinciğe iletilir ve vücut dengesi sağlanır. Kesecik ve tulumcuk bu şekilde yer çekimine karşı vücudun duruşunun ayarlanmasında, yani statik dengenin oluşturulmasında etkilidir.

İç kulakta bulunan üç adet yarım daire kanalı, farklı düzlemlerde uzanır ve vücudun dengesinin sağlanmasında görevlidir (Şekil 1.46). Yarım daire kanalların içinde bulunan sıvılar, vücut hareketleri ile birlikte hareket eder. Bu sıvı hareketlerinin oluşturduğu impulslar denge merkezine iletilerek vücudun dengesinin sağlanmasında etkili olur. Dönerken aniden durulursa sıvı hareketi hemen durmayacağından kıl hücreleri uyarılmaya devam eder ve baş dönmesine neden olur.

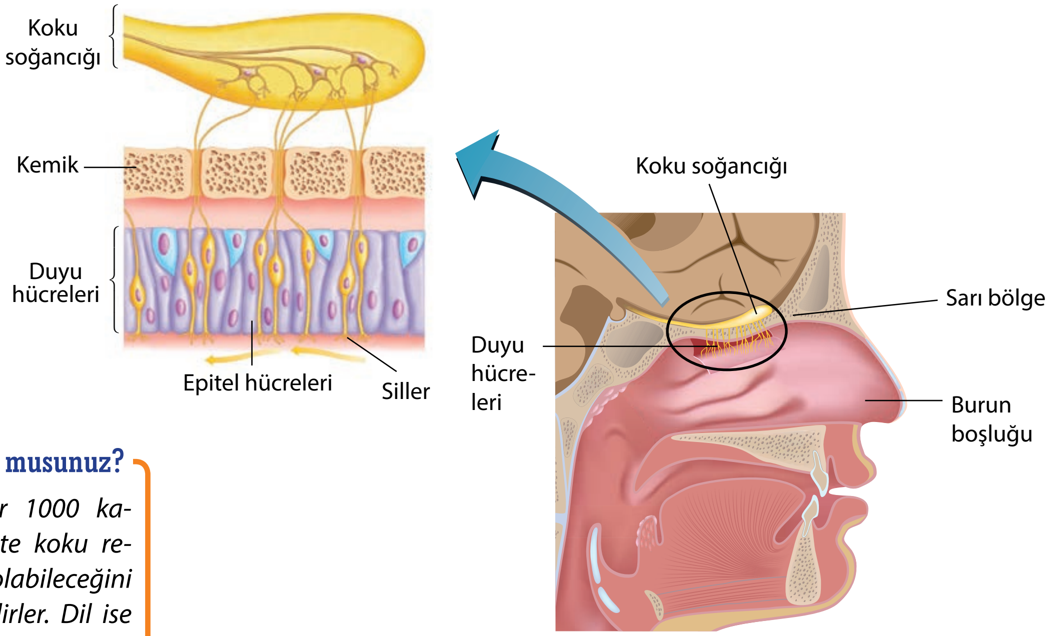


Şekil 1.46 Yarım daire kanalları, içlerindeki özel sıvılarla vücut dengesinin korunmasında etkilidirler.

1.3.3. BURUN

Burun, nefes ve koku alma organı olarak iş görür. Solunan havayı ısıtma, temizleme ve nemlendirme gibi görevleri vardır. İnsanların koku duyusu, uçucu ve mukusta çözünebilen kimyasalları algılar. Koku reseptörleri burnun üst kısmında sarı bölge adı verilen yerde bulunur. Reseptör hücrelerin algılayıcı uçlarında yer alan siller, kokuyu algılar ve uyarı, hücrelerin kendi aksonları aracılığı ile beynin ilgili merkezine iletilir (Şekil 1.47).

Koku uyarısının talamusa uğramadan uç beyne iletildiğini hatırlayınız.



Şekil 1.47 Sarı bölgede oluşan uyartının koku soğancığındaki sinirler aracılığı ile beyne taşınması

Bunu biliyor musunuz?

Araştırmacılar 1000 kadar farklı tipte koku reseptörünün olabileceğini düşünmektedirler. Dil ise ekşi, tatlı, acı ve tuzlu olmak üzere 4 kategorideki tadı algılayabilmektedir. Oysa çok farklı tatları tanımlayabilmekteyiz. Yiyeceklerin yaydığı farklı koku molekülleri ve tat duyusunun birleşimi sonucunda çok farklı lezzetleri ayırt edebiliriz. Burnumuz tıkalıyken tat alma duyumuz da zayıflar, bu nedenle yiyeceklerin tadını normalde olduğu gibi algılayamayız.

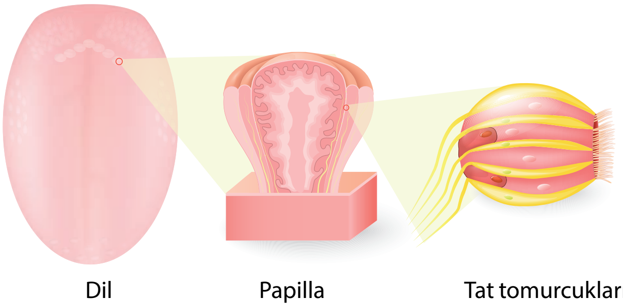
Hall, E.J. (2013). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (12. Baskı), (Çeviri Editörü: Çağlayan Yeğen, B.), Nobel Tıp Kitabevleri.

Duyu hücrelerinin sillerinin bulunduğu bölgede mukus tabakası vardır. Cisimlerin kokularının algılanabilmesi için koku moleküllerinin mukusta çözünmesi gerekir. Koku reseptörleri çok çabuk adapte olur. Kokunun alındığı ilk saniyede yaklaşık %50 adaptasyon gerçekleşir, daha sonra adaptasyon yavaşlayarak devam eder ve birkaç dakika aynı koku ile karşılaşan kimse kokuyu algılamamaya başlar. Kişinin kendi ten kokusunu veya üzerine sıktığı parfüm kokusunu bir süre sonra algılayamamasının sebebi budur.

1.3.4. DİL

İnsanda beslenme, konuşma ve tat almada dil organı görev alır. Tat duyusu, besinlerinin niteliğinin ortaya çıkarılmasında ve kabul edilebilirliğinde rol oynar.

Besinlerin tatlarının alınmasında dilde bulunan tat tomurcukları görev yapar. Tat tomurcukları dilde **papilla** adı verilen çıkıntıların üzerinde bulunur (Şekil 1.48). Erişkin bir insanda yaklaşık üç bin tat tomurcuğu vardır. Çocuklarda bu sayı daha fazladır ve yaş ilerledikçe azalır. Tat tomurcukları, tükürük sıvısında çözünen maddeleri algılar ve duyu sinirlerini uyarır. Duyu sinirleri bu impulsları beyne iletir ve tat algılanır. Dilde bulunan tat tomurcukları tatlı, tuzlu, ekşi ve acı olmak üzere dört temel tadı algılayabilir. Koku duyusu ile tat duyusu birbiriyle ilişkilidir. Üst solunum yolları enfeksiyonu olmuş biri veya burnu tıkalı biri besinlerin tadını tam olarak almakta zorlanır.



Şekil 1.48 Dilin yapısı

Bunu biliyor musunuz?

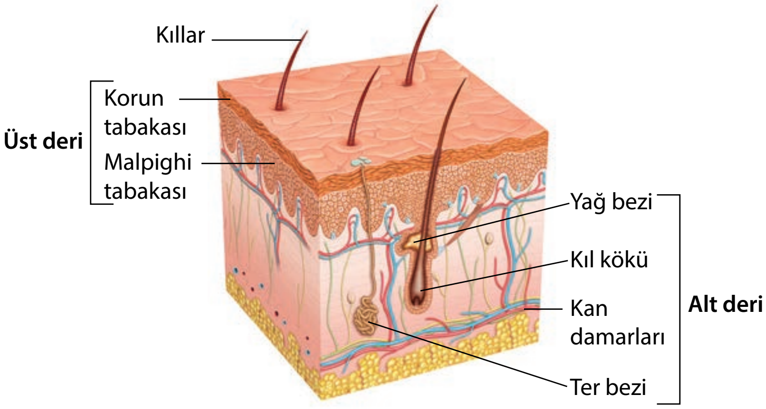
Çocukların dillerinde yetişkinlerinkinden daha fazla sayıda tat tomurcuğu bulunur. Bu nedenle de belirli bir yaşa gelinceye kadar keskin tadı olan yiyeceklerden hoşlanmazlar. Yaşlanmayla birlikte tat tomurcukları bozulmaya başlar ve tat duyusunun keskinliği azalır.

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

1.3.5. DERİ

Dokunma organı olan deri yaklaşık 2 m^2 alanı ile vücudun en büyük ve yaklaşık 5 kg kütlesi ile vücudun en ağır organıdır. Vücudun farklı bölgelerinde kalınlığı artıp azalmakla birlikte ortalama 1-2 mm kalınlığındadır. Duyu organı olmasının yanında vücudu koruma görevi de vardır. Vücudu ışınlara, mekanik ve kimyasal etkilere karşı korur; terleme ile vücudun sıcaklığının ayarlanmasında ve boşaltım atıklarının atılmasında görev alır. Ayrıca D vitamini öncülleri (provitaminler) deride UV ışınların etkisiyle aktifleşir ve D vitamine dönüştürülür. Deri, alt deri ve üst deri olmak üzere iki kısımdan oluşur (Şekil 1.49).

Derinin yapısında temel olarak iki doku bulunur: Bunlar epitel ve temel bağ dokulardır. Epitel doku, vücudun dış yüzeyini saran, vücut boşluklarını ve organların yüzeyini astarlayan dokudur, yapısında kan damarı ve sinir hücresi bulunmaz. Epitel doku hücreleri arasında boşluk yoktur veya çok azdır. Hücreler birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Epitel dokunun vücudun farklı organlarında koruma, emilim, salgı ve duyuların alınması gibi çeşitli görevleri vardır. Derinin yapısında bulunan bir diğer doku temel bağ dokudur. Bu doku, diğer doku ve organların arasını doldurur, doku ve organları birbirine bağlar. Bol miktarda kan damarı bulundurur. Organların beslenmesinde ve vücut savunmasında (bağışıklık) görev alır.



Şekil 1.49 Derinin yapısı

Araştırınız

Günlük yaşantımızda çoğumuzun özellikle koltuk altında terlemeyi önlemek amacıyla kullandığı kozmetik ürünlerin terlemeyi nasıl önlediğini, bunların sağlığımıza ne gibi zararlarının olabileceğini araştırınız.

Bunu biliyor musunuz?

- *Göz kapağı derisi, vücudumuzdaki en ince deridir.*
- *Tırnak yatağı, dudak kenarları ve kulak zarı terlemeyen bölgelerdir.*
- *Fetus 3 aylık olana kadar parmak izi yoktur.*

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr

(Erişim Tarihi: 01.11.2017)

Üst deri (Epidermis): Derinin en üst kısmında yer alan, örtü epiteli hücrelerinden oluşan tabakadır. Üst derinin üst kısmı **korun tabakası** adını alır. Korun tabakası ölü, keratinleşmiş hücrelerden oluşur. Bu tabaka deriyi mekanik etkilerden korur. Tırnak oluşumu korun tabakasında gerçekleşir. Korun tabakasının altında üst deriye renk veren melanin pigmentinin de bulunduğu **malpighi tabakası** bulunur.

Alt deri (Dermis): Tamamı canlı hücrelerden oluşur. Bu tabakada kan damarları, ter bezleri, kıl kökleri, kolajen, elastik ve retiküler lifler, kas telleri, duyu reseptörleri, sinirler bulunur.

Ter bezleri: Dudak kenarı, tırnak yatakları dışında vücudun tüm derisinde bulunur. Terleme ile vücut sıcaklığının ayarlanmasında görevlidir. Dış kulak yolunda bulunan bezler, kulak kirinin oluşmasını sağlar.

Yağ bezleri: Ayak tabanı ve avuç içi hariç tüm vücutta bulunur. Salgısına *sebum* adı verilir. Bu salgı ile derinin geçirgenliği ayarlanır, bakteri ve mantar enfeksiyonlarına karşı koruyuculuk sağlanır. Eğer yağ bezlerinin salgılarını ilettikleri kanallar kapanırsa veya iltihaplanırsa akne ve sivilce oluşumları ortaya çıkar.

Kıllar: Avuç içi, ayak tabanı, dudaklar hariç tüm vücutta bulunabilir. Kıllar gündüze oranla gece, soğuk ortama oranla sıcak ortamda daha hızlı uzar.

Alt deride dokunma, basınç, sıcaklık ve ağrı gibi duyuları alan reseptörler bulunur. Derinin duyu organı olarak kabul edilmesi bu reseptörler nedeniyledir. Çeşitli duyuları almaya özelleşmiş reseptörler bütün vücuda dağılmış hâldedir ancak dağılımları homojen değildir. Örneğin dokunma reseptörleri parmak uçlarında daha yoğun olarak bulunur. Böylece görmesek bile bir objenin büyüklüğünü parmak uçlarımızla dokunarak belirleyebiliriz. Soğuğu algılayan reseptörler ise parmak uçlarında diğer vücut hücrelerine göre daha az bulunur. Bu nedenle parmak uçlarımızla rahatça dokunabildiğimiz sıcaklıktaki su, duş yapmak için soğuk gelebilir.

OKUMA METNİ

CİLT TEMİZLİĞİ

Vücut temizliği ile pek çok hastalığın önüne geçilebilir. Örneğin ishalli hastalıklar, soğuk algınlığı, mikrobik cilt hastalıkları, mantar, uyuz, bitlenme gibi parazitlerle oluşan cilt hastalıkları ve bazı alerjik hastalıklar... Uygun vücut temizliği birçok sorunu ve hastalığı önler, ortadan kaldırır.

Kişisel temizlik alışkanlıklarının önlediği diğer bir sorun vücut kokusudur. Vücut kokusu vücut yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların teri parçalamasına bağlı olarak meydana gelmektedir. Koku meydana getiren vücut bölgeleri öncelikle ayaklar, kıl köklerinin yoğun olduğu kasık ve koltuk altlarıdır. Her gün banyo yapılamadığı durumlarda koltuk altı önce sabunlu bir bezle, sonra su ile iyice silinmeli ve temizlenmelidir. Günlük yaşamda tercih edilen deodorantlar kokuyu sadece maskeler. Bu nedenle temizlik aracı olarak değerlendirilmemelidir.

http://w3.bilkent.edu.tr
(Kısaltılmıştır.)

Duyu Organlarının Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

- Gözlerimizi temiz tutmaya özen göstermeli, başkalarına ait havlu, gözlük ve lensleri kullanmamalıyız.
- Televizyon ve bilgisayara uzun süre ve yakından bakmamalıyız.
- Okuma sırasında gözlerimiz ile kitap arasındaki uzaklığın 20-35 cm olmasına dikkat etmeliyiz.

Lazerler ışık kaynaklarıdır ve uygulandıkları dokularla farklı şekillerde etkileşimde bulunur. Lazerlerin dokular üzerinde yarattıkları etkilerden biri de foto-ablasyon denilen, foton enerjisinin doğrudan doğruya hedef dokuyu oluşturan moleküllerin organik bağları tarafından emilmesi yoluyla onları kırıp daha küçük moleküllere ayıran etkidir. Bu etki sayesinde çevresine sıcaklığa bağlı bir zarar vermeden, hedeflenen dokudan çok küçük miktarlarda yok etme işlemi yapılabilmektedir. Görme kusurlarının düzeltilmesinde yaygın olarak kullanılan lazerlerde bu etkiden yararlanılmaktadır. Göz küresinin önünü kaplayan saydam kornea tabakasının içinden belirli miktarda dokunun lazer uygulaması ile yok edilmesi yoluyla görme kusurları düzeltilir.

- Kulaklarımızı temiz tutmalı, sert cisimlerle karıştırmamalıyız.
- Kulaklarımızı soğuktan ve dış darbelerden korumalıyız.
- Yüksek sesli ortamlarda bulunmamalı, patlama sesi gibi şiddetli seslerin olduğu ortamlarda oluşan basıncın kulak zarımıza zarar vermesini engellemek için ağzımızı açmalıyız.

Günümüz teknolojisi sayesinde işitme kaybı yaşayan kişilerin mevcut duyma yeteneğini yükseltmek için işitme cihazları geliştirilmiştir. İşitme cihazı, dışarıdan gelen sesleri bastırıp konuşma seviyesini yükselterek kulağın duymasına yardımcı olan elektronik bir alettir. İşitme cihazı kişinin işitme kaybının derecesine ve tipine göre farklılık gösterir. Basit bir anlatımla kulağa gelen seslerin elektronik devreler yardımı ile işitme kaybı kadar yükseltilmesini sağlar. Ses, bir mikrofon aracılığı ile alınır ve elektrik sinyallerine dönüştürülür. Daha sonra amplifikatör (yükselteç) yardımıyla seslerin şiddeti artırılır ve hoparlör ile yükseltilmiş ses kulak kanalına iletilir.

- Burun kıllarını koparmamalı, burnumuzu karıştırmamalıyız.
- Ne olduğunu bilmediğimiz ya da kokusu keskin olan maddeleri koklamamalıyız.
- Derimizi ezilme, kesilme ve yanmalardan korumalıyız.
- Vücudumuzu temiz tutarak deri üzerinde mikropların üremesine engel olmalıyız. Bunun için derimizin üstündeki kirleri ve ölü hücreleri, sık sık yıkanarak vücudumuzdan uzaklaştırmalıyız.
- Ağız temizliğine önem vermeliyiz.
- Çok sıcak ya da çok soğuk yiyecek ve içeceklerden kaçınmalıyız.
- Alkol ve sigara kullanmamalı ve dilimize zarar verebilecek kimyasal maddelerden uzak durmalıyız.

1. ETKİNLİK: MEMELİ GÖZÜNÜN İNCELENMESİ

Amaç: Gözün yapısını kavrama

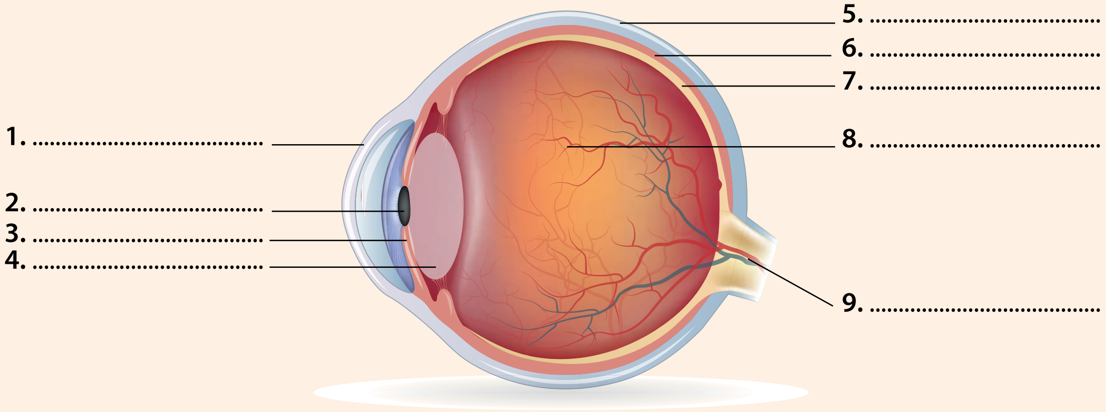
Araç Gereç: sığır ya da koyun gözü, diseksiyon küveti, bisturi, gazete kâğıdı, ince uçlu makas, pens, eldiven

Uygulama

1. Sınıfa getirdiğiniz gözü, sertleşmesi ve böylece daha rahat kesilmesi için 10 dk. kadar tuzlu suda bekletiniz.
2. Gözü diseksiyon küvetinin üzerine alınız ve arka kısmındaki beyaz sinir demetinden tutarak göz küresi üzerindeki yağ ve bağ dokularını dikkatlice temizleyiniz.
3. Gözün dış yapısını inceleyiniz. Göz yuvarlağının ön kısmında saydamlaşarak meydana getirdiği yapıyı, yani korneayı bulunuz.
4. Göz yuvarlağını kornea alta gelecek şekilde diseksiyon küvetine koyunuz. Beyaz sinir demetinden tutarak kesme işleminiz için destek sağlayınız. Göz küresini yatay eksen doğrultusunda keserek iki yarım küreye ayırınız.
5. Kesilen üst parçanın iç yapısındaki tabakaları ve görme sinirinin gözden çıkış yerini inceleyiniz.
6. Gözün camsı sıvısını akıttıktan sonra askıları keserek göz merceğini zedelemeden çıkarınız. Çıkardığınız merceği gazete parçasındaki küçük yazılar üzerinde gezdiriniz. Gazetedeki yazılarda ne gibi değişiklikler gördüğünüzü not ediniz.
7. Alttaki, yani ön yarım küredeki korneayı, zedelemeden çepeçevre kesip çıkartınız.
8. İrisi bularak inceleyiniz.

Sonuç

Aşağıda verilen gözün yapısı ile ilgili şekilde boş bırakılan yerlere yapıların adını yazınız ve diseksiyon sırasında incelediğiniz yapıların şekil üzerindeki hangi yapılar olduklarına dikkat ediniz.



1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "denetleyici ve düzenleyici sistem, duyu organları" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. hücre gövdesi	4. nörolemma	7. akson	10. nöron	13. sert zar
2. nasırlı cisim	5. dendrit	8. nöroplazma	11. ince zar	14. beyin üçgeni
3. nörogliya	6. rolando yarığı	9. örümceksi zar	12. ranvier boğumu	15. miyelin kılıf

a) Sinir sistemi .... ve .... olmak üzere temelde iki tip hücreden oluşmaktadır.

b) Bir sinir hücresi .... , ... ve .... olmak üzere üç kısımdan oluşur.

c) Sinir hücresinin hücre zarına ...., sitoplazmasına .... denir.

ç) Beyni saran meningens zarlarını dıştan içe doğru sıralayınız.

i) .... ii) .... iii) ....

d) Beynin sağ ve sol yarım küreleri üstten .... alttan .... adı verilen sinir demetleri ile birbirine bağlanır. Beyin yarım kürelerini enine bölen yarığa ise .... adı verilir.

2. İmpulsun bir nörondan başka bir nörona nasıl geçtiğini kısaca açıklayınız.

....

....

....

3. Kolaylaştırıcı sinaps ve durdurucu sinaps kavramlarını açıklayınız.

....

....

....

4. Hipotalamusun görevlerinden beş tanesini yazınız.

....

....

....

....

5. Omuriliğin görevlerini yazınız.

....

....

....

6. Tip I şeker hastalığının nedenlerini ve tedavisini açıklayınız.

....

....

....

....

7. Beyin yarım kürelerinini görevlerini kısaca açıklayınız.

Sol yarım küre: ....

....

Sağ yarım küre: ....

....

8. Aşağıda verilen sinir sistemi rahatsızlıklarının hangi hastalıklarda görüldüğünü belirtiniz.

a) Beyinde ve omurilikte, mesajları taşıyan sinir hücreleri etrafındaki miyelin kılıfın hasar görmesine dayalı bir sinir sistemi hastalığıdır:

....

b) Beyni saran zarların (meningens) iltihaplanmasıyla oluşan, hemen tedavi edilmezse işitme kaybı, beyin hasarı ve ölümle sonuçlanabilen ciddi bir merkezî sinir sistemi hastalığıdır:

....

c) Beynin *substantia nigra* adı verilen bölgesinde bulunan ve *dopamin* üreten nöronların kaybedilmesi nedeniyle yaşanan dopamin eksikliği yüzünden mesajlar düzgün bir biçimde iletilmez. En belirgin belirtileri vücutta titreme ve yavaş hareket etme durumudur:

....

ç) Beynin belirli bölgelerinde anormal protein birikimi olmakta, biriken bu proteinler sinir hücrelerini hasara uğratarak birbirleri ile olan bağlantılarını koparmaktadır. Hastalık; olayları unutma, tekrar tekrar sorma, zihinsel kapasitede azalma, konuşma bozukluğu, dikkati toplayamama şeklinde kendini göstermektedir:

....

9. Aşağıdaki ifadelerin hangi kavramları açıkladığını karşılarına yazınız.

a) Çocukluk devresinde tiroksin hormonunun eksikliği nedeniyle ortaya çıkan, büyüme yetersizliği ve zekâ geriliğinin görüldüğü bir hastalıktır: ....

b) Gözün sert tabakasının ön kısmında saydamlaşıp, kubbeleşerek oluşturduğu yapıdır: ....

c) Pankreasın langerhans adacıklarında beta hücreleri tarafından salgılanan hormondur: ....

ç) Orta kulakta yutağa açılan ve kulak zarının iki tarafındaki basıncın dengede tutulmasını sağlayan kanal yapısıdır: ....

d) Deride epidermisin üst kısmında ölü, keratinleşmiş hücrelerden oluşan, mekanik etkilerden korunmayı sağlayan tabakadır: ....

e) İç kulağın işitmeden sorumlu bölgesidir: ....

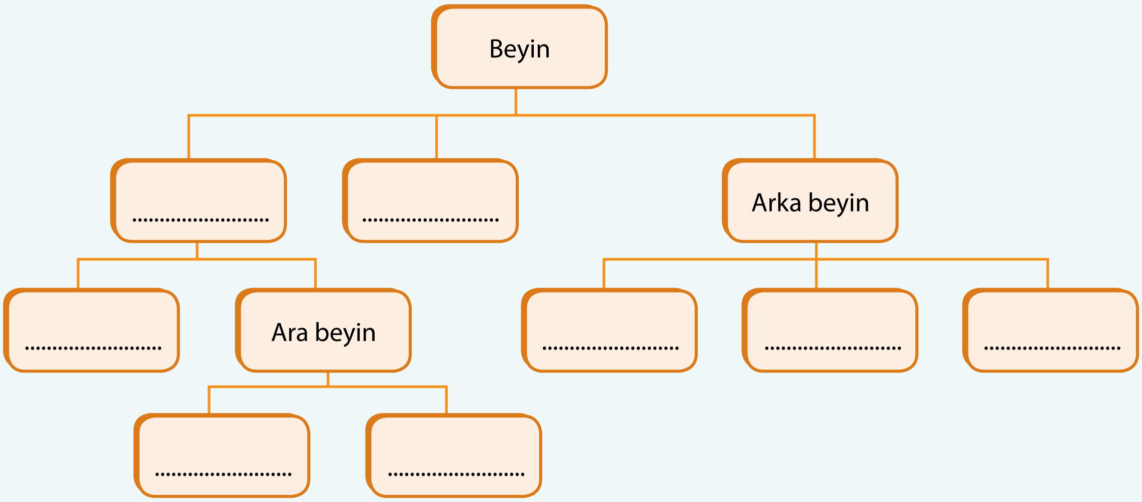
10. Kandaki kalsiyum (Ca^{+2}) seviyesinin düzenlenmesini sağlayan, geri bildirim mekanizmasını açıklayan paragrafta boş bırakılan yerleri tamamlayınız.

a) *Kandaki Ca^{+2} seviyesi arttığında* .... bezinden salgılanan .... salgısı artar. Kemiklerde Ca^{+2} depolanır, böbreklerden Ca^{+2} atımı artar.

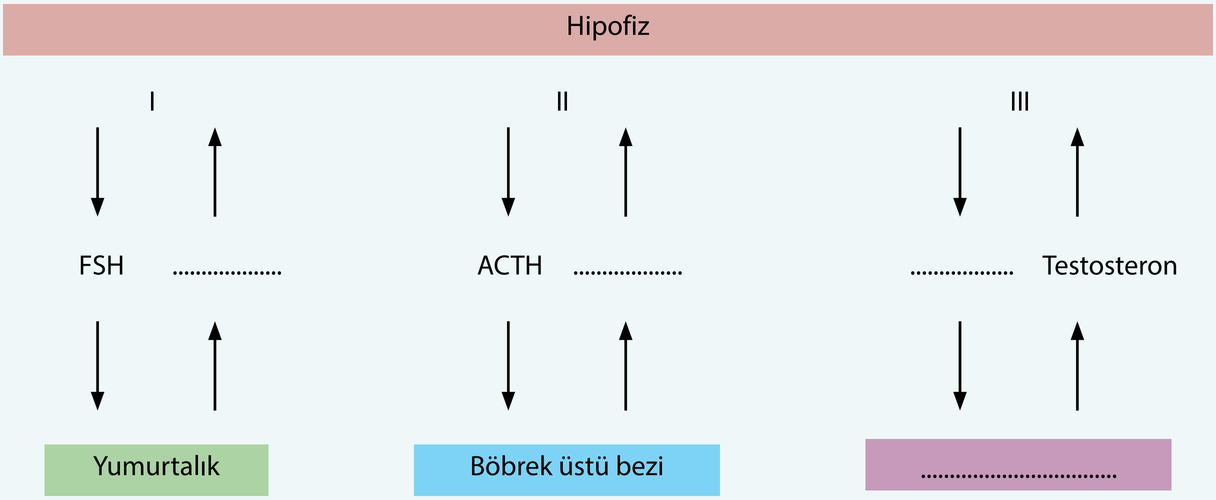
b) *Kandaki Ca^{+2} seviyesi azaldığında* .... bezinden salgılanan .... salgısı artar. Kemiklerden kana Ca^{+2} geçişi artar, böbreklerden Ca^{+2} atımı azalır.

11. Aşağıda beynin bölümlerini gösteren bir diyagram verilmiştir. Diyagramda boş bırakılan yerleri, verilen kelimelerle tamamlayınız.

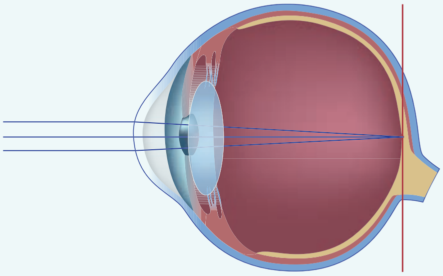
omurilik soğanı, ön beyin, talamus, beyincik, orta beyin, pons, uç beyin, hipotalamus



12. Aşağıdaki geri bildirim mekanizmalarında boş bırakılan yerlere gelmesi gereken hormon ve organları yazınız.

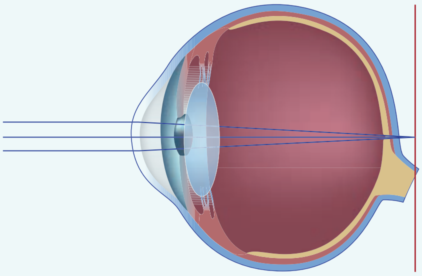

Hipofiz
I
II
III
FSH
....
ACTH
....
....
Testosteron
Yumurtalık
Böbrek üstü bezi
....

13. Aşağıda normal bir gözde görüntünün retinada düştüğü nokta gösterilmiştir. Hasta gözlere ilişkin olarak verilen şekillerin hangi göz hastalıklarına ait olduğunu ve görüntünün düzeltilmesinde hangi merceklerin kullanıldığını yazınız.



Normal Göz

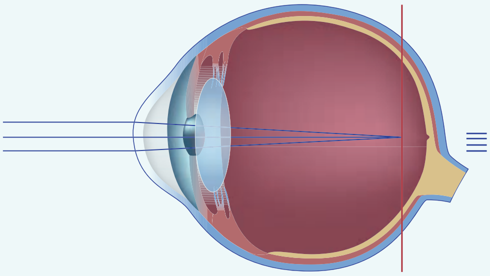
Hasta göz (I)



Hastalık: ....

Düzeltmede kullanılan mercek: ....

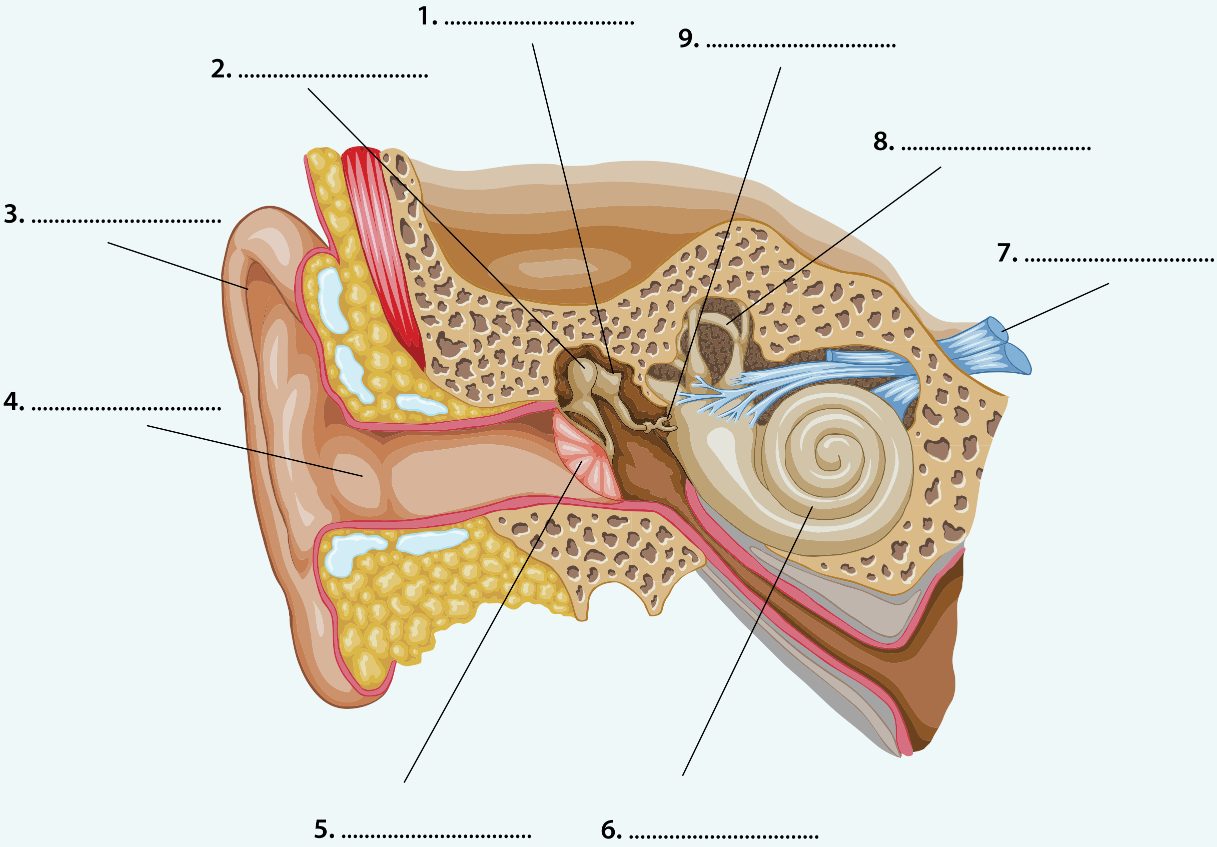
Hasta göz (II)



Hastalık: ....

Düzeltmede kullanılan mercek: ....

14. **Aşağıda verilen kulağın yapısı ile ilgili şekilde boş bırakılan yerlere yapıların adını yazınız. Yapıların görevlerini şeklin altında verilen boşlukları kullanarak kısaca açıklayınız.**



1. ....

2. ....

3. ....

4. ....

5. ....

6. ....

7. ....

8. ....

9. ....

15. **Aşağıdaki tabloda boş kısımları doldurunuz ve her hormonun görevini yazınız.**

SALGI BEZLERİ VE SALGILADIKLARI HORMONLAR		
SALGI BEZİ	**SALGILADIĞI HORMON**	**GÖREVİ**
1. Hipofiz	Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH)	
	....	
	Prolaktin Hormonu (PRL)	
	Adrenokortikotropik Hormon (ACTH)	
	....	
	....	
	Oksitosin	
	....	
	....	
2.	Tiroksin	
	Kalsitonin	
3. Paratiroit	....	
4. Pankreas	İnsülin	
	....	
5.	Kortizol	
	Aldosteron	
	....	
	Noradrenalin	
6. Testis	Testosteron	
7. Yumurtalık	Östrojen	
	....	

2. BÖLÜM

DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

Bu bölümde insanın aktif hareketini sağlayan yapılar olan iskelet ve kas sistemleri konu alınacaktır. Kaslar vücudun hareketini ve bazı organların çalışmasını sağlarken iskelet sistemi vücudumuza şekil verir ve destek olur, organlarımızı korur. Sizler bu sayfayı okurken bir yerde oturuyor veya uzanmış olabilirsiniz. Vücudunuzun bu duruşunu da yine iskelet ve kas sisteminin varlığı sağlamaktadır. Aksi hâlde vücudunuz, içi boş bir çuval gibi yere serilirdi. Benzer şekilde bu sayfayı okuyabilmek için bir önceki sayfayı çevirdiniz. Bu sırada kol ve parmak kemiklerinizi ve bu bölgelerdeki kaslarınızı hareket ettirdiniz. Gördüğünüz gibi günlük hayatta hiç düşünmeden yaptığımız ve çok basit olduğunu düşündüğümüz birçok hareketi, kemik ve kaslarımızın fonksiyonel yapıları sayesinde gerçekleştirmekteyiz. Bu nedenle iskelet-kas sistemimizde yaşayabileceğimiz olumsuzlukların yaşam kalitemizi doğrudan etkileyeceğinin bilincinde olmalı, iskelet-kas sistemimizin sağlığını korumak için gerekli özeni göstermeliyiz.

Kavramlar/Terimler

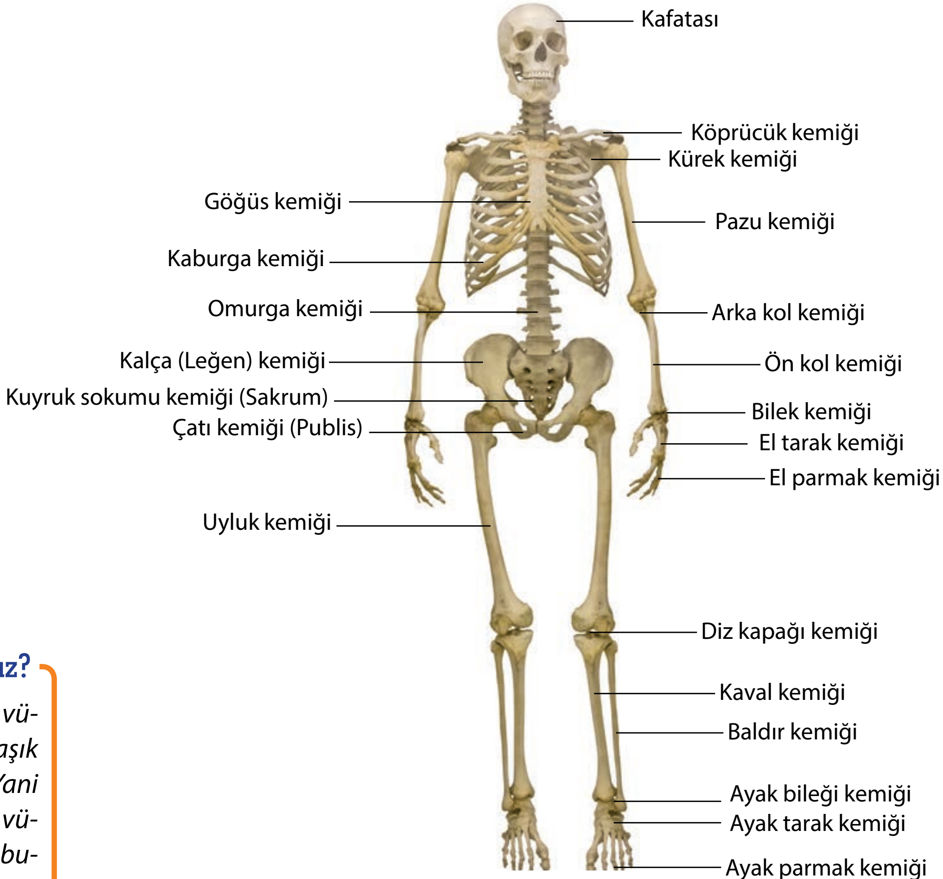
1. Eklem
2. Kas
3. Kemik
4. Kıkırdak
5. Tendon

2. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

Hayvanları bitkilerden ayıran en önemli özelliklerden biri aktif olarak yer değiştirebilmeleridir. İnsanlar ve diğer omurgalı hayvanlarda iç iskelet ve etrafını saran kaslar yardımıyla aktif hareket sağlanır. Hareket sistemi, *iskelet* ve *kas sistemi* olmak üzere iki temel kısımda incelenir.

2.1. İSKELET SİSTEMİ

Yeni doğmuş bir çocukta yaklaşık 300 kemik bulunur. Ancak yaş ilerledikçe bazı kemiklerin birbirleriyle kaynaşması sonucu 206 kemik içeren iskelet sistemi oluşur. Bu kemikler baş, gövde ve üye kemikleri olmak üzere üç kısımda incelenir (Şekil 1.50).


Kafatası
Köprücük kemiği
Kürek kemiği
Göğüs kemiği
Pazu kemiği
Kaburga kemiği
Omurga kemiği
Arka kol kemiği
Kalça (Leğen) kemiği
Ön kol kemiği
Kuyruk sokumu kemiği (Sakrum)
Bilek kemiği
Çatı kemiği (Publis)
El tarak kemiği
El parmak kemiği
Uyluk kemiği
Diz kapağı kemiği
Kaval kemiği
Baldır kemiği
Ayak bileği kemiği
Ayak tarak kemiği
Ayak parmak kemiği

Şekil 1.50 İnsan iskelet sistemi

Bunu biliyor musunuz?

İskelet sistemi, insan vücut kütlesinin yaklaşık %20'sini oluşturur. Yani 60 kg olan bir insanın vücudunda 12 kg kemik bulunur. Diğer bir deyişle 12 kg'lık bir iskelet, 60 kg'lık bedeni taşır ve hareket ettirir. Bu da iskelet sistemimizin ne kadar güçlü olduğunun bir göstergesidir

Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

İskelet Sisteminin Görevleri

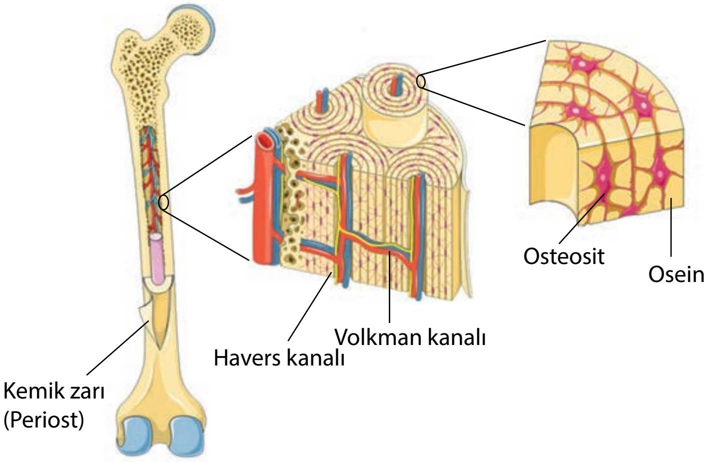
- Kaslar ve eklemlerle birlikte vücudun hareketini sağlamak
- Vücuda şekil vermek
- İç organları korumak
- İç organlara ve kaslara bağlanma yüzeyi oluşturmak
- Mineral depolamak
- İliklerde kan yapımını sağlamak

2.1.1. KEMİK DOKU

İnsanda iskelet sistemini oluşturan kemikler embriyo döneminde kıkırdaktan oluşur, ilerleyen dönemlerde kemikleşmeye başlar. Kemikleri oluşturan hücrelere **osteosit;** osteositler arasında bulunan hücreler arası maddeye ise **osein** adı verilir. Osein, organik maddelerden ve inorganik tuzlardan oluşur. Osteositler yıldız şeklindeki hücrelerdir ve osein içinde yer alan lakün adı verilen boşluklarda yer alırlar. İnsan kemikleri, iki farklı kemik doku bulundurur. Bunlar, *sert (sıkı) kemik doku* ve *süngerimsi kemik doku*dur.

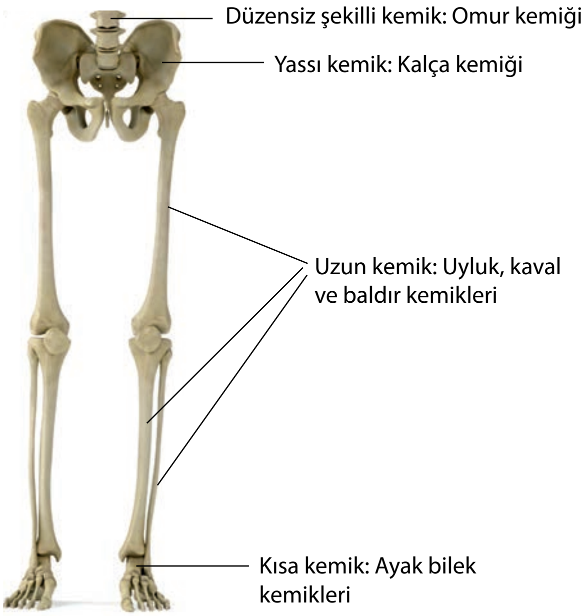
1. Sert (sıkı) kemik doku: Kemiklerin dış kısmında bulunan sert tabakadır. İçinde kan damarları ve sinirlerin bulunduğu boyuna uzanan **havers kanallarına** sahiptir. Havers kanallarını birbirine bağlayan enine kanallara ise **volkman kanalları** adı verilir (Şekil 1.51).

2. Süngerimsi kemik doku*:* Uzun kemiklerin baş kısımlarında, kısa ve yassı kemiklerin içinde bulunur. Gözenekli bir yapıya sahiptir ve bu gözeneklerin içinde kan hücrelerinin yapıldığı kırmızı kemik iliği bulunur.

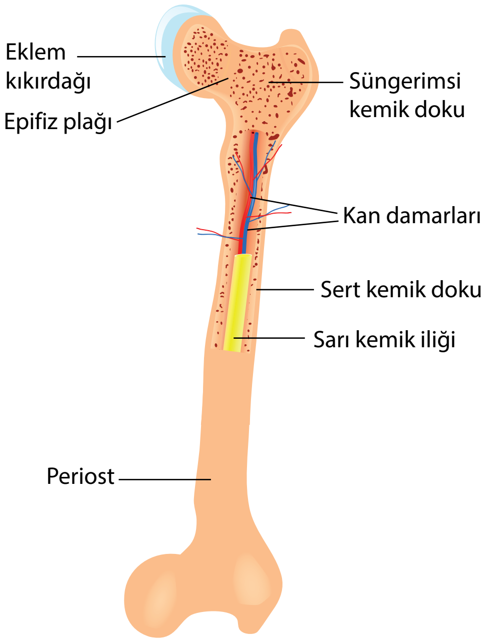

Osteosit
Osein
Volkman kanalı
Havers kanalı
Kemik zarı
(Periost)

Şekil 1.51 Sert kemik dokunun yapısı

İskelet sistemini oluşturan kemikler şekillerine göre *uzun, yassı, kısa* ve *düzensiz şekilli* olmak üzere dört grupta incelenir (Şekil 1.52).


Düzensiz şekilli kemik: Omur kemiği
Yassı kemik: Kalça kemiği
Uzun kemik: Uyluk, kaval ve baldır kemikleri
Kısa kemik: Ayak bilek kemikleri

Şekil 1.52 Şekillerine göre kemiklere örnekler



Şekil 1.53 Uzun kemiklerin yapısı

Uzun kemikler: Kol ve bacaklarda bulunan, uzunluğu kalınlığından fazla olan, silindir şeklindeki kemiklerdir. Uç kısımlarındaki şişkin bölgelere *baş*, iki baş kısım arasındaki bölgeye ise *gövde* adı verilir. Baş kısımlarının dışı sert kemik doku, içi süngerimsi kemik doku yapısındadır. Süngerimsi kemik dokunun içindeki boşluklarda kan hücrelerinin üretildiği kırmızı kemik iliği bulunur. Gövdede sert kemik doku bulunur. Gövdenin ortasındaki boşlukta ise sarı kemik iliği yer alır. Uzun kemiklerin baş kısımlarında boyuna uzamayı sağlayan **epifiz plağı (epifiz kıkırdağı)** bulunur. Epifiz plağı, yaklaşık 21 yaşından sonra kemikleşir ve kemikte boyuna uzama durur. Kemiklerin etrafını saran zara **periost** adı verilir. Periost, bol miktarda kan damarı ve sinir taşır. Bu sayede yeni kemik hücrelerinin oluşumu, kemiğin kalınlaşması ve onarılması sağlanır (Şekil 1.53).

Sarı kemik iliği sadece uzun kemiklerde bulunur. Büyük ölçüde yağ hücrelerinden oluştuğu için sarı renkli görünür.

Yassı kemikler: Yassı ve ince kemiklerdir. Kafatası, kaburga, kürek ve kalça kemikleri yassı kemiklere örnek verilebilir.

Kısa kemikler: Uzunluk, genişlik ve kalınlıkları birbirine yakın olan kemiklerdir. Örneğin el ve ayaklardaki bilek kemikleri kısa kemiklerdir.

Düzensiz şekilli kemikler: Belli bir şekli olmayan, baskılara karşı dayanıklı, sağlam kemiklerdir. Kaslara tutunma yeri sağlayan değişik çıkıntıları vardır. Örneğin omurlar ve çene kemikleri düzensiz kemik çeşitleridir.

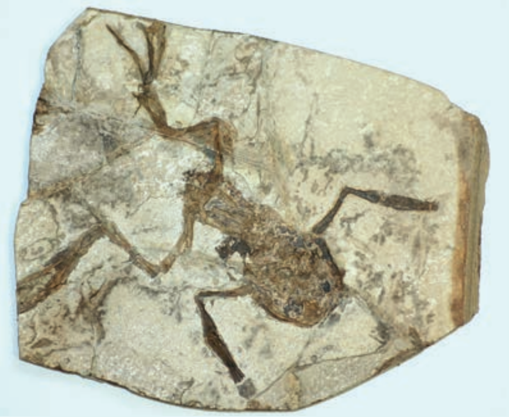
Kemik Gelişimini Etkileyen Faktörler

İnsanda kemik yapımı ve yıkımı süreklilik gösteren bir süreçtir. Genç yaşlarda kemiklerde yapım olayları fazlayken yaşlanmaya bağlı olarak yıkım olayları yapım olaylarından daha fazla gerçekleşmeye başlar. Kemik yapımında etkili olan faktörler şunlardır:

- Hormonlar (kalsitonin, parathormon, büyüme hormonu ve eşeysel hormonlar)
- Beslenme (proteinler, A-C-D vitaminleri, mineraller)
- Güneş ışığı
- Genetik özellikler

OKUMA METNİ

ON MİLYON YILLIK KEMİK İLİĞİ



Kemikleri ve ilikleri kurumuş olsa da en azından 10 milyon yıldır duruyor.

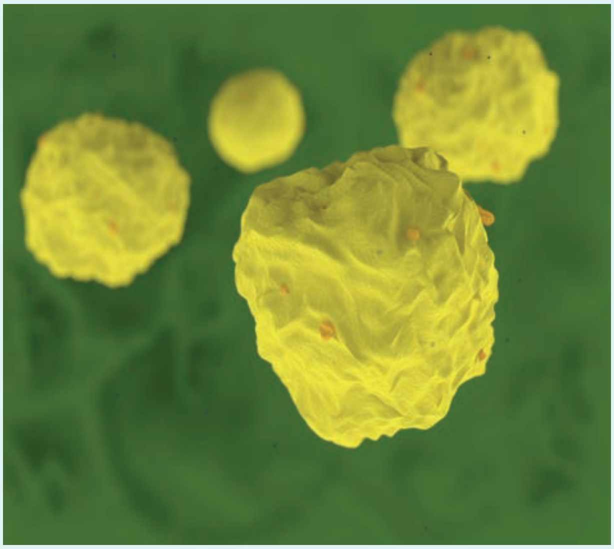
İspanya'nın kuzeydoğu bölgesinde bulunan amfibi fosillerini incelerken kemik iliklerinin birçoğunun kalmış, üstelik de ilik yapılarının olağanüstü denebilecek ölçüde korunmuş olduğunu gören Dublin (Dablin) Üniversitesi araştırmacılarının kendileri de oldukça şaşırmış durumda. Bunlar, bugüne kadar kaydedilmiş ilk kemik iliği fosilleri. Fosillere ilk kez 2004 Eylül'ünde rastlayan araştırmacılar, buldukları örneklerin yanı sıra 1950'lerde aynı bölgeden toplanmış diğer örnekleri de inceleyerek 56 yetişkin kurbağa fosilinden altısının, 15 semender fosilinden de bir tanesinin ilik içerdiğine ilişkin kanıtlar buldular. En iyi korunmuş örneklerden biri şöyle bir yapı sergiliyor: Merkezde bir kan damarı, çevresinde sarı, yağlı ilik, onu da çevreleyen kırmızı ilik. Araştırmacılar, dokunun günümüz kurbağalarınınkine oldukça benzer olduğunu söylüyorlar. Araştırmanın bulguları ışığında kemik-ilik sınırında bulunan "osteoklast"lara (kemik yıkımını sağlayan hücreler) bile rastlanmış durumda. Araştırmacılardan ilikleri ilk saptayan Maria McNamara'ya (Maria Mek Nemara) göre iliği bakterilerden koruyan, kemiğin kendisi. McNamara, ilik yapılarının kemikleşme süreci tamamlanmamış 79 iribaş (yumurtadan yeni çıkmış kurbağa) fosilinde çok az oranda ortaya çıkmasına dikkat çekiyor. Günümüze kadar gelebilmiş böylesine eski tarihli kemik iliği, hayvanın o dönemdeki fizyolojisi ya da yaşama koşullarını anlamak açısından önemli. Bu tür fosillere neden daha önce rastlanmadığı sorusuyla ilgili olarak araştırmacıların öne sürdüğü görüşse birçok örneğin atlanmış olabileceği yolunda. Çünkü parçalanmamış kemikler fosil bilimciler için öyle büyük değer taşıyor ki "Onları parçalayıp içlerine bakmak, akıllarından bile geçmez." diye düşünülüyor.

Bilim ve Teknik, Eylül 2006

OKUMA METNİ

KÖK HÜCRELERİ ÇOĞALTMADA KULLANILABİLECEK YAPAY KEMİK İLİĞİ ÜRETİLDİ

Karlsruhe (Karlsrue) Teknoloji Enstitüsü, Max Planck (Meks Plenk) Akıllı Sistemler Enstitüsü, Stuttgart (Ştuttgart) Üniversitesi ve Tübingen Üniversitesinden araştırmacıların ortaklaşa gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda laboratuvar ortamında kök hücre üretmek için kullanılabilecek yapay kemik iliği üretildi.



Doğal kemik iliğinin sahip olduğu yaşamsal özelliklere sahip olan bu yapay ilikten yakın gelecekte lösemi hastalığının tedavisinde yararlanılabileceği belirtiliyor. Alyuvarlar veya bağışıklık hücreleri gibi kan hücreleri, kemik iliğindeki hematopoietik (kan oluşturan) kök hücreler tarafından devamlı olarak yenileniyor. Lösemi gibi durumlarda hastanın yapısı bozulmuş hücreleri, uygun donörün sağlıklı hematopoietik kök hücreleri tarafından yenileniyor. Ancak ihtiyaca cevap verebilecek sayıda bağış olmaması önemli bir sorun. Bu durum hematopoietik kök hücrelerin çoğaltılması ile giderilebilir. Hücreler, kök hücrelerin özelliklerini ancak doğal ortam olan kemik iliğinde kazanabiliyor. Geliştirilen yapay kemik iliği, doğal kemik iliğinin özelliklerinin önemli bir kısmına sahip olduğu için laboratuvar ortamında kök hücre çoğaltılması mümkün olabilecek.

İbrahim Özay Semerci
Bilim ve Teknik, Şubat 2014
(Kısaltılmıştır.)

2.1.2. KIKIRDAK DOKU

İnsanda iskelet sistemi sadece kemiklerden oluşmaz. Kemiklerden başka, iskelet sisteminde kıkırdaklar da görev alır. Embriyonik dönemde tüm iskeletimizi oluşturan kıkırdağın önemli bir bölümü, daha sonra kemik oluşumunu sağlar. Eklem bölgeleri gibi yerlerde kemik oluşumu gözlenmez, bu kısımlar hayat boyu kıkırdak olarak devam eder.

Kıkırdak dokuda kan damarı bulunmaz. Kıkırdak dokunun beslenmesi bağ dokudan difüzyon ile gerçekleşir. Kıkırdak doku üç çeşitten oluşur:

1. **Hiyalin kıkırdak:** Yapısında kollajen lifler olduğundan basınca dayanıklıdır. Embriyo dönemindeki iskelet hiyalin kıkırdak yapısındadır. Ayrıca soluk borusunda, burunda, bronşlarda, kemik eklem yerlerinde ve kaburga uçlarında hiyalin kıkırdak bulunur.

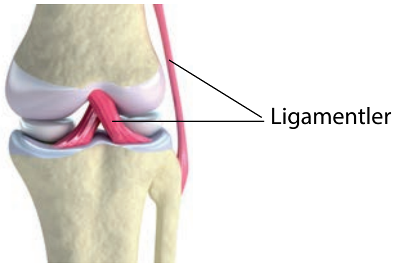
2. **Elastik kıkırdak:** Bükülme özelliği fazladır. Kulak kepçesi, östaki borusu gibi kısımlarda bulunur.

3. **Fibröz kıkırdak:** Ara maddesi fazla fakat hücresi az bir kıkırdak doku çeşididir. Basınç ve çekmeye karşı dayanıklıdır. Omurlar arası disklerde bulunur.

2.1.3. EKLEMLER

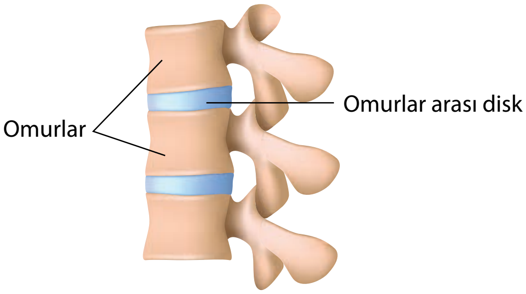
İskelet sistemi kemiklerinin birbirine bağlandığı bölgelere **eklem bölgeleri** denir. Üç çeşit eklem vardır:

Oynar eklem: Kol ve bacak kemikleri arasında bulunan ve vücudun hareketini kolaylaştıran eklemlerdir. Kemiklerin birbirlerine bakan yüzeyleri, sürtünmenin ve aşınmanın engellenmesi için eklem kıkırdağı ile örtülüdür. Eklem bölgelerindeki kemikler, **ligament** adı verilen bağlarla birbirine bağlanır (Şekil 1.54).



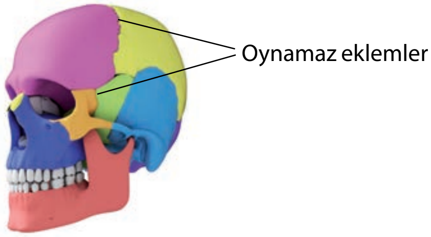
Şekil 1.54 Eklem bölgelerindeki kemikleri, birbirine bağlayan *ligament* adı verilen yapılar

Yarı oynar eklem: Sınırlı oranda hareket edebilen eklemlerdir. Birbirine bağlanan kemikler arasında sürtünmeyle aşınmayı engelleyen kıkırdak doku yapısındaki disk bulunur. Boyun ve omurlar arasındaki eklemler bu tür eklemlerdir (Şekil 1.55).



Şekil 1.55 Omur kemikleri yarı oynar eklemlere bağlanır.

Oynamaz eklem: Oynamaz eklem ile birbirine bağlanan kemiklerde hareket söz konusu değildir. Kafatası kemikleri bu eklem çeşidi ile birbirine bağlanır (Şekil 1.56).



Şekil 1.56 Kafatası kemikleri oynamaz eklemle birbirine bağlanır.

2.2. KAS SİSTEMİ

Vücudun hareket etmesinde ve şeklinin korunmasında iskelet sistemi ile birlikte kas sistemi de görev alır. Vücudumuzun toplam ağırlığının yaklaşık yarısını kaslarımız oluşturur. Kas hücrelerinin hücre zarına **sarkolemma,** sitoplazmasına **sarkoplazma**, endoplazmik retikulumlarına **sarkoplazmik retikulum** adı verilir. Kas hücreleri yüksek enerjiye ihtiyaç duyduklarından çok sayıda mitokondrileri vardır.

Kas sistemi vücutta dört temel görevi yerine getirir:

1. Hareket: Kaslar kemikler ile birlikte vücudun yer değiştirme ve diğer hareketlerinin gerçekleştirilmesini sağlar.

2. Vücutta madde taşınması: Kalp kası vücutta dolaşan kanın pompalanmasını sağlar. İskelet kasları damarlara basınç uygulayarak kanın ve lenf sıvısının taşınmasında rol oynar.

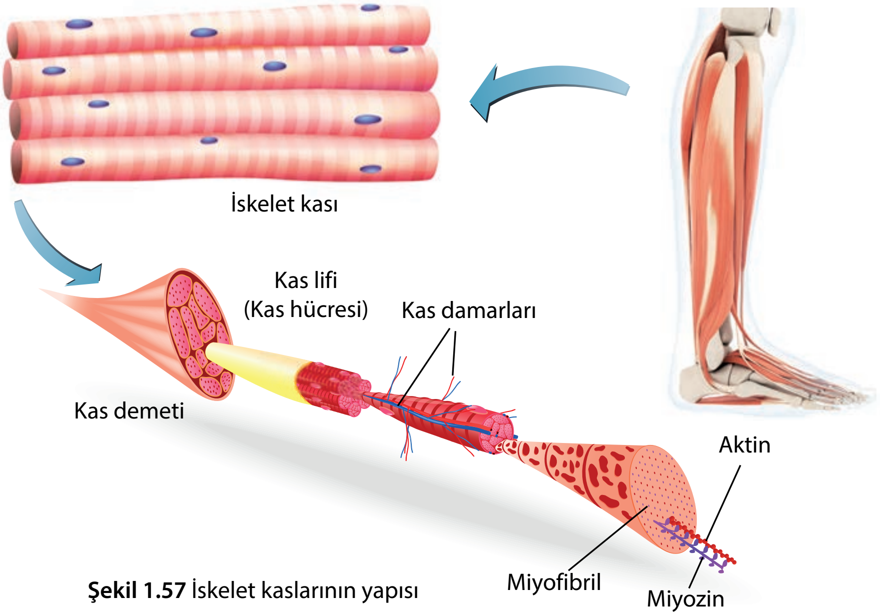
3. Vücut şeklinin oluşması: Kemiklerin etrafını saran kaslar vücut şeklinin oluşmasını sağlar.

4. Vücut sıcaklığının düzenlenmesi: Soğuk havalarda üşüdüğümüzde istemsiz olarak titremeye başlarız. Titreme olayı ile kaslarda hareket, dolayısıyla oksijenli solunum artar. Buna bağlı olarak da vücut sıcaklığında artış olur ve böylece vücut sıcaklığı korunmuş olur.

Vücutta iskelet kası (çizgili kas), düz kas ve kalp kası olmak üzere üç çeşit kas dokusu vardır.

2.2.1. İSKELET KASLARI (ÇİZGİLİ KASLAR)

Kas çeşitleri içinde en büyük kütleye sahip olan iskelet kası, vücutta bulunan toplam kas kütlesinin yaklaşık %80'ini oluşturur. İskelet sistemindeki kemiklerin etrafını saran bu kaslar beyin kontrolünde, istemli olarak çalışır. İskelet kası, tüm kas boyunca uzanan kas liflerinden oluşur. Her kas lifi ise çok sayıda miyofibrilden meydana gelmiştir. Miyofibriller ise yan yana uzanan protein yapılı **aktin** ve **miyozin** filamentlerinden meydana gelir. Bu filamentler dizilişlerinden dolayı mikroskopta açık ve koyu bölgeler oluşturur. Bu yüzden çizgili kas olarak adlandırılır (Şekil 1.57).

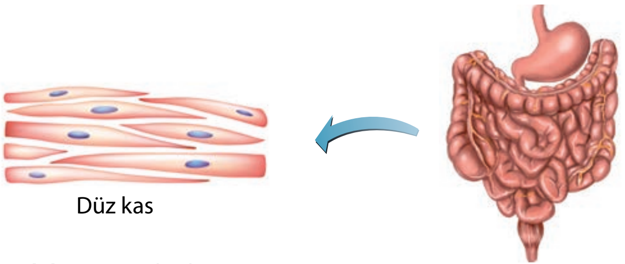


Şekil 1.57 İskelet kaslarının yapısı

Çizgili kas hücreleri çok çekirdekli hücrelerdir, hızlı çalışır ve gerektiğinde laktik asit fermantasyonu ile enerji üretebilir. Bu hücreler oksijen depolayabilen ve demir içeren miyoglobin pigmenti taşıdıklarından kırmızı renkte görünür.

2.2.2. DÜZ KASLAR

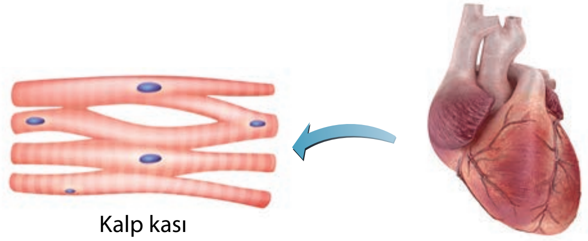
Mekik şeklinde, tek çekirdekli hücrelerden oluşur. Mikroskopta bantlı yapıda görünmediklerinden düz kas olarak adlandırılır (Şekil 1.58). Düz kaslar yavaş çalışırlar. Çalışmaları otonom sinir sistemi ile kontrol edildiğinden istemsiz çalışır. Solunum, sindirim, dolaşım, üreme ve boşaltım sistemlerini oluşturan organların yapısında düz kaslar bulunur.



Şekil 1.58 Düz kasların yapısı

2.2.3. KALP KASI

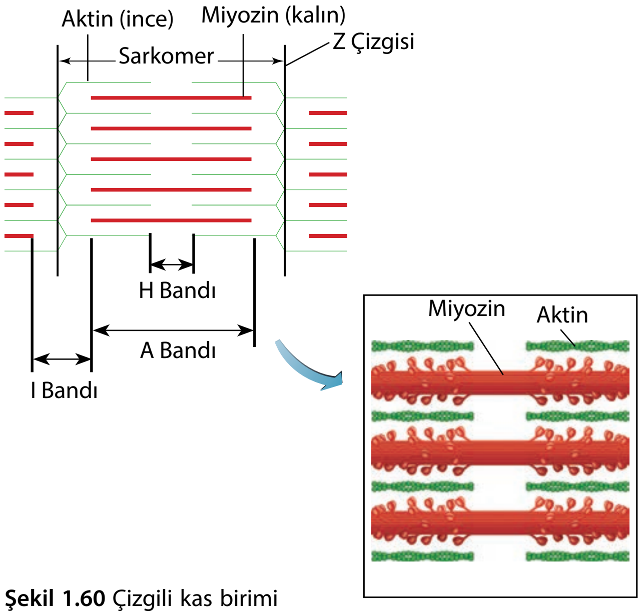
Sadece kalpte bulunan kalp kası, tek veya iki tane çekirdeğe sahip hücrelerden oluşur. Kalp kası hücreleri bol miktarda mitokondriye sahiptir. Mikroskop altında dallanmış ve tıpkı çizgili kaslarda olduğu gibi bantlı bir yapı gösterir (Şekil 1.59). Çalışmaları ise düz kaslarda olduğu gibi istemsizdir.



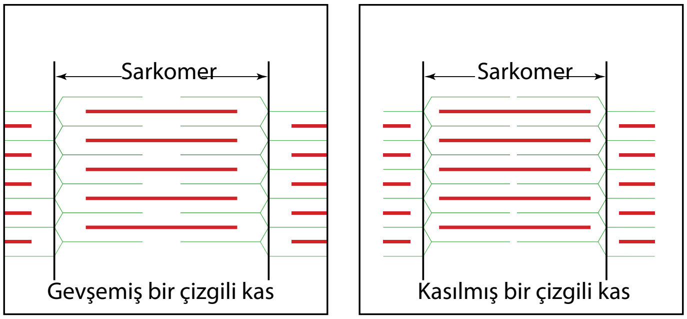
Şekil 1.59 Kalp kasının yapısı

2.2.4. ÇİZGİLİ KASIN KASILMASI (HUXLEY'İN KAYAN İPLİKLER HİPOTEZİ)

İskelet kasının, mikroskopta koyu ve açık renkli bantlaşmalar gösterdiği için çizgili kas olarak adlandırıldığından söz etmiştik. Bu bantlaşmaların sebebi, kasın yapısındaki aktin ve miyozin proteinlerinin düzenli bir şekilde dizilmiş olmalarıdır. Şekil 1.60'ta bu bantlaşmalar ve bant yapıları gösterilmektedir. Bantlarda tekrarlanan her bir parça, kasın kasılma birimidir ve sarkomer adını alır. Sarkomerin sınırlarını Z çizgileri oluşturur. İnce olan aktin proteinleri bu Z çizgilerine bağlıdır. Kalın olan miyozin proteinleri ise aktin proteinlerinin tam üstüne gelmez ve sadece aktin proteinlerinden oluşan **I bandı** oluşur. Bir miyozin boyuna karşılık gelen bölüme ise **A bandı** adı verilir. A bandının ortasında sadece miyozin proteinlerinden oluşan, koyu renkli olarak görünen bölgeye ise **H bandı** adı verilir.



Şekil 1.60 Çizgili kas birimi olan sarkomerin yapısı

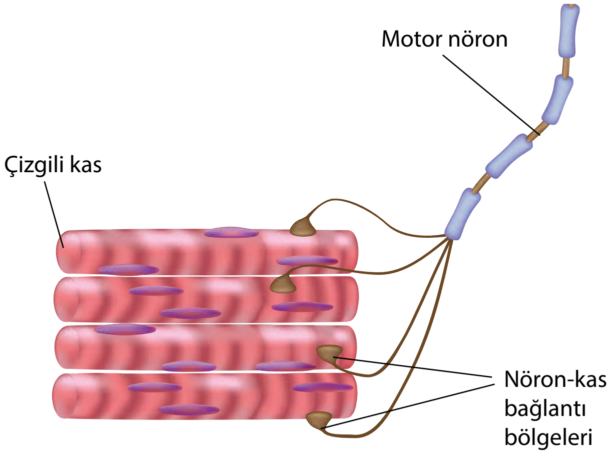


Şekil 1.61 Huxley'in kayan iplikler modeline göre çizgili kasların gevşemesi ve kasılması

Çizgili kasa kasılma emri geldiğinde aktin ve miyozin proteinleri birbiri üzerinde kaymaya başlar ve iki Z çizgisi birbirine doğru hareket eder, yani sarkomer kısalmaya başlar. Aktin proteinleri birbirine yaklaşacağından I bandı daralır ve H bandı kaybolur. Miyozin proteininin boyu değişmeyeceğinden A bandının boyu da değişmez. Dikkat edilecek olursa her iki proteinin de boyu kısalmadan birbirlerinin üzerinde kayarak kasılmayı gerçekleştirirler. Gevşek ve kasılmış kasta sarkomer yapıları Şekil 1.61'de gösterilmiştir. Kasılma sırasında kasın boyu kısalırken kalınlığı artmakta fakat hacmi ve kütlesi değişmemektedir.

2.2.5. KASILMA SIRASINDA GERÇEKLEŞEN KİMYASAL OLAYLAR

Çizgili kasların kasılmalarının beyin tarafından kontrol edildiği daha önceki konularda anlatılmıştı. Çizgili kasın kasılmasını kontrol eden motor nöronların akson uçları çizgili kaslar ile sinaps yapar (Şekil 1.62). Motor nöron boyunca taşınan impuls, motor nöronun akson ucuna geldiğinde;



Şekil 1.62 Çizgili kasın kasılmasını kontrol eden motor nöronların akson uçları çizgili kaslar ile sinaps yapar.

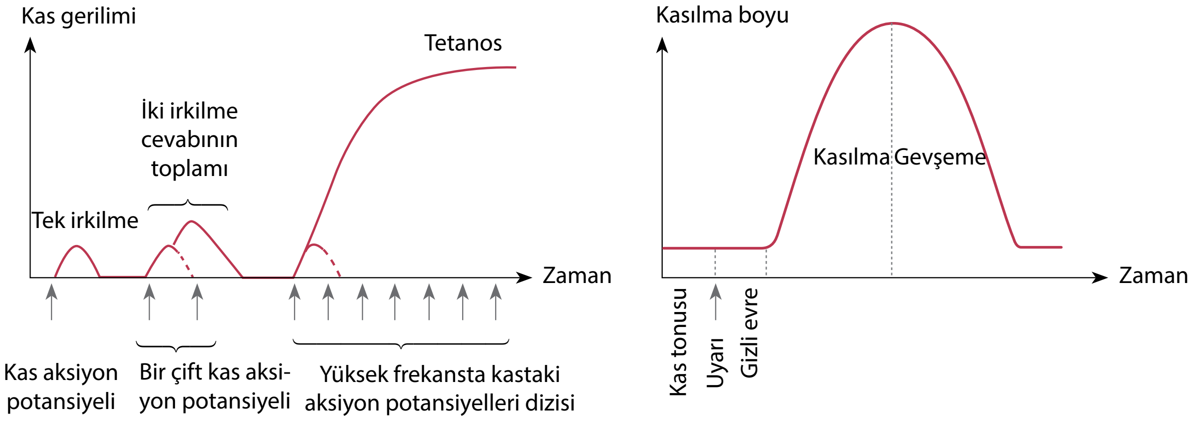
- Akson ucundan nörotransmitter madde olarak asetilkolin salgılanır.
- Asetilkolin, kas hücresindeki reseptörlere bağlanır ve kas hücresini uyarır.
- Uyarılan kas hücresinin endoplazmik retikulumlarında (sarkoplazmik retikulum) depolanan Ca^{+2} iyonları serbest kalarak aktin ve miyozin ipliklerinin arasına dağılır.
- Ca^{+2} iyonlarının sitoplazmaya geçmesi, aktin ve miyozin flamentlerini kasılmaya uygun hâle getirir. Aktin ve miyozin iplikler birbirlerinin üzerinde kayarak kasılmayı gerçekleştirirler.
- Kasılmanın tamamlanmasından sonra Ca^{+2} iyonları endoplazmik retikulumlarına tekrar taşınır ve gevşeme gerçekleşir.
- Kas hem kasılma hem de gevşeme olayı için ATP'ye ihtiyaç duyar.

2.2.6. İSKELET KASININ KASILMA MEKANİZMASI

Bir kas lifine motor nöronla uyarı taşındığında yani kas lifi uyarıldığında tıpkı sinir hücrelerinde olduğu gibi "ya hep ya hiç" şeklinde bir kasılma söz konusu olur. Peki, sinir sistemi daha büyük bir kasılmayı istemli olarak nasıl gerçekleştirmektedir? Bu durum, kasa bir uyarı verildikten sonra kasta tepki bitmeden ikinci bir uyarı verilerek sağlanmaktadır. İkinci uyarıyı alan kas lifi, iki uyarının yaratacağı toplam gerilmeyi gerçekleştirecek şekilde kasılır. Kasa verilen uyarı sıklığı arttıkça kasın verdiği toplam tepki artar. Kas lifine, gevşemesi için yeterli süre bırakılmadan uzun süre ve sık aralıklarla uyarı verilecek olursa uzun süreli tek bir kasılma gerçekleşir. Bu şekildeki kasılmaya **tetanos** adı verilir (Grafik 1.1a).

Uyarı alan bir kasın kasılıp eski hâline geri dönmesine **kasıl sarsı** veya **kas sarsı** adı verilir. Uyarı gelen bir kasın kasılmaya başlamasına kadar geçen süreye **gizli evre** denir. Gizli evrenin ardından *kasılma* ve *gevşeme evreleri* gerçekleşir. Kas, bu evrelerinin tamamında ATP üretimine ve tüketimine devam eder (Grafik 1.1b).

Grafik 1.1 (a) Tetanos, (b) Kasılma



(a) (b)

İskelet kaslarının, uyarı almadığı zaman içinde bile bir miktar kasılı durmasına kas tonusu adı verildiğini ve kas tonusunun orta beyin tarafından kontrol edildiğini hatırlayınız.

Kasılmada Kullanılan Enerji Kaynakları

Kasılma ve gevşeme sırasında kas hücrelerinin enerji ihtiyacı vardır. Bu enerji sırasıyla aşağıdaki şekilde elde edilir:

- Enerji, ilk olarak kas hücrelerinde bulunan hazır ATP moleküllerinden karşılanır. Bütün hücreler ATP'yi aynı şekilde kullanır. Diğer hücrelerde olduğu gibi kas hücrelerinde de ATPaz enzimi kullanılarak ATP parçalanır ve yapısındaki enerji kullanılır.

$$\text{ATP} \xrightarrow{\text{ATPaz}} \text{ADP} + \text{P}_i + \text{Enerji}$$

Araştırınız

Ölüm katılığı nedir? Neden böyle bir durum oluşur?

- Kaslar, kasılma ve gevşeme sırasında mevcut ATP'yi hızlı bir şekilde tüketirler ve daha fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu enerji ihtiyacı kaslarda depolanan kreatin fosfat ile sağlanır. Kas hücresinde mevcut ATP'nin 4-5 katı kreatin fosfat molekülü bulunur. Enerji ihtiyacı duyan kas hücreleri, kreatin fosfat moleküllerini parçalar ve bu sırada açığa çıkan fosfat ile ADP, ATP'ye dönüşür.

Kasılma sırasında →

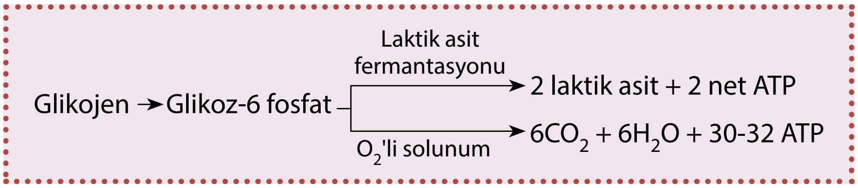
$$\text{Kreatin fosfat} + \text{ADP} \xrightarrow{\text{Kreatin kinaz}} \text{ATP} + \text{Kreatin}$$

Kasılma gerçekleşip dinlenme başladığında reaksiyon tersine gerçekleşir ve kreatin fosfat depoları tekrar doldurulur.

Dinlenme sırasında →

$$\text{Kreatin} + \text{ATP} \longrightarrow \text{ADP} + \text{Kreatin fosfat}$$

- Kasın enerji ihtiyacı kreatin fosfat tarafından yeterli miktarda karşılanmaz ise kaslarda depolanan glikojen parçalanmaya başlar. Sonuçta glikoza bir fosfatın bağlanmış şekli olan glikoz-6 fosfat oluşur. Glikoz-6 fosfat kaslardan kana geçemez ve sadece kas hücrelerinde kullanılabilir. Glikoz-6 fosfat öncelikle O_2'li solunum ile parçalanır. Daha fazla enerjiye ihtiyaç olması durumunda ise aynı zamanda laktik asit fermantasyonu ile de parçalanır ve enerji (ATP) üretimi gerçekleştirilir.


Glikojen
Glikoz-6 fosfat
Laktik asit fermantasyonu
2 laktik asit + 2 net ATP
O_2'li solunum
$6CO_2 + 6H_2O$ + 30-32 ATP

Laktik asit fermantasyonu sonucunda açığa çıkan laktik asit, kana karıştığında beyni uyarır ve yorgunluk hissi oluşur. Açığa çıkan laktik asit, dinlenme anında karaciğerde tekrar prüvata dönüştürülerek O_2'li solunumda kullanılabilir veya önce glikoza dönüştürülüp sonrasında glikojene çevrilerek depolanabilir. Çok fazla açığa çıkması durumunda ise idrarla atılır.

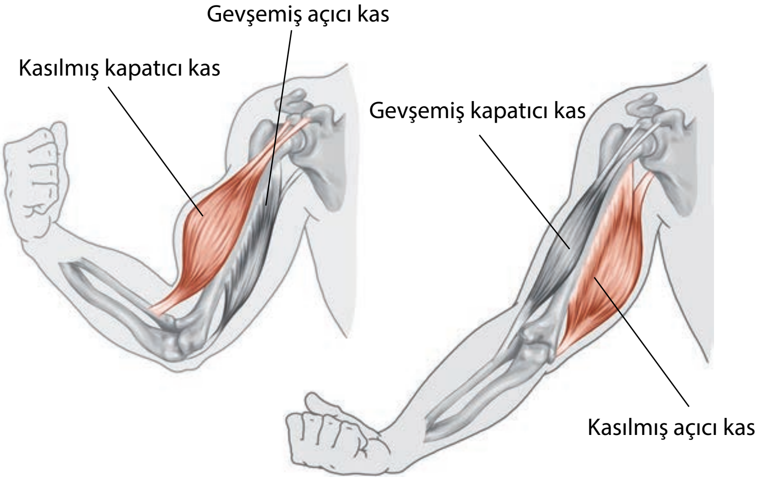
Tablo 1.3'te kasılma sırasında hücrede miktarı azalan ve artan maddeler özetlenmiştir.

Tablo 1.3 Kasılma Sırasında Hücrede Miktarı Artan ve Azalan Maddeler

Kasılma sırasında hücredeki miktarı azalır:	Kasılma sırasında hücredeki miktarı artar:
ATP	ADP + P
Kreatin fosfat	Kreatin
Glikoz + O_2	$CO_2 + H_2O$
Glikojen	Laktik asit + ısı

2.3. İSKELET-KAS İLİŞKİSİ

İskelet kasları kemiklere lifli bağ dokudan oluşan **kas kirişleri (tendon)** adı verilen yapılarla bağlanır. Vücudumuzun hareketini sağlayan birçok iskelet kası, çiftler hâlinde ve zıt yönlü olarak hareket eder. Örneğin dirseğimizden kolumuzu hareket ettirebilmek için kolun iç kısmındaki kasların (kapatıcı kas) kasılması, dış kısmındaki kasların (açıcı kas) ise gevşemesi gerekir (Şekil 1.63). Bu şekilde birbiriyle zıt çalışan kaslara **antagonist kaslar** denir. Tam tersi olup aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara ise **sinerjist kaslar** denir. Karın ve sırt bölgesindeki kaslar sinerjist kaslara örnek verilebilir.

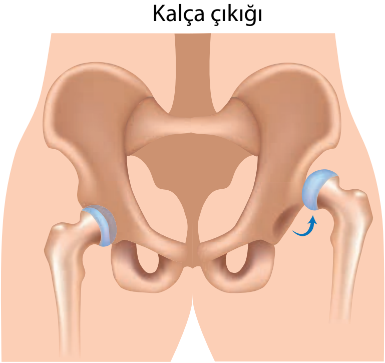


Şekil 1.63 Kolda antagonist çalışan kaslar

İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Çıkıklar

Çıkıklar, eklem bölgelerindeki kemiklerin yerlerinin değişmesiyle eklemin yapısının bozulmasıdır. Bazı eklemler, ligamentlerle yeteri kadar desteklenmemiş olması, eklem yüzeylerinin basit oluşu ve yeterli kas desteğinin bulunmaması nedeniyle çıkmaya daha yatkındır. En önemli belirti, eklemin olağandışı bir görüntü alması ve hareket ettirildiğinde şiddetli ağrı oluşmasıdır. Eğer doku içinde kanama gerçekleşmişse morluk da gözlenebilir. Çıkıklar en sık omuz, dirsek, bilek, kalça ve çene eklemlerinde görülür. Ayrıca ülkemizde günümüzde bile görülebilen ve çok yanlış bir uygulama olan bebeklerin kundaklanması, kalça çıkıklarına neden olabilmektedir (Şekil 1.64). Çıkıklarda tedavi gecikirse kalıcı bozukluklar ortaya çıkabilir.



Şekil 1.64 Kalça çıkığı, uyluk kemiğinin leğen kemiği ile birleştiği yerdeki eklemin yapısının bozulmasından kaynaklanır.

Burkulma ve İncinmeler

Burkulma ve incinmeler en yaygın görülen eklem yaralanmalarıdır. Eklemlerin zorlanması ve dönmesinden kaynaklanan ligament yırtılmaları sonucu oluşur. Ligament yırtılmalarında kan damarları ve tendonlar zarar görmüş olabilir. Acı, şişme ve morarma oluşur.

Araştırınız

Çocuklardaki kemik kırıkları yetişkinlerdekine göre neden daha çabuk iyileşir?

Kırıklar

Kırıklar; yüksek aktivite, dikkatsizlik veya yaşlanmaya bağlı olarak inorganik maddenin azalmasından dolayı ortaya çıkabilir (Şekil 1.65). Kırıktan sonra kişi bölgesel bir ağrı hisseder ve kırık bölgeyi kullanamamaya başlar. Kırık tipine bağlı olarak kırık dışarıdan gözlenebilir. Kırığın iyileşmesi çocuklarda daha hızlı gerçekleşirken yaşlılarda çok daha uzun sürebilir. Omurga kırığı en tehlikeli kırık çeşididir. Omurga kırığı sonucunda omurilik zarar görebilir ve kişi felç olabilir. Omurga kırığından şüphelenilen bir kişi kesinlikle hareket ettirilmemeli ve profesyonel sağlık desteği almalıdır.

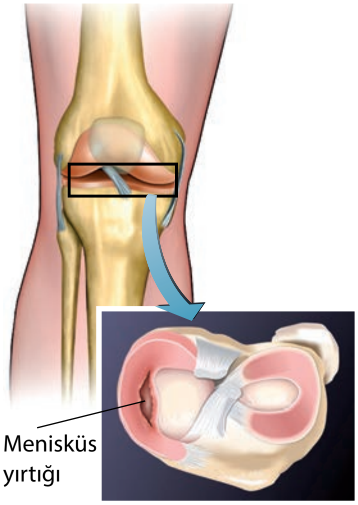
Kemik kırıklarındaki iyileşme sürecinde:

- Kırılma sırasında kemik iliği zarar görmüşse kanama gerçekleşir ve kan birkaç saat içinde pıhtılaşır.
- Hasarlı alanlarda bağ doku hücreleri olan fibroblastlar birikir ve birkaç gün içinde yeni kemik dokusu (kallus) oluşur.
- Kemik yapımı ile ilgili hücreler bölgede birikerek kemiğin dış tarafında yeni bir kıkırdak tabakası oluşturur.
- Kıkırdak tabakası bir süre sonra süngerimsi kemiğe dönüşür, daha sonra sert kemik doku oluşumu gerçekleşir ve kemik tamir edilmiş olur.

Şekil 1.65 Ön kol kemiğinde kırık

Menisküs Yırtıkları

Diz eklemlerinin her birinde biri içte biri dışta olmak üzere yarım ay şeklinde kıkırdak yapılı menisküsler bulunur. Bu menisküsler eklem yüzeylerini uyumlu hale getirir, ağırlığın eşit olarak dağılmasını sağlar ve darbelere bağlı şokları absorbe eder. Diz yaralanmalarının en yaygın tiplerinden birisi de özellikle futbolcu ve atletlerde sık rastlanan menisküs yırtılmalarıdır (Şekil 1.66). Genellikle dizin aşırı zorlanması veya darbeye bağlı olarak ortaya çıkan yırtılmalar sonucunda şiddetli ağrı, diz kapağının kilitlenmesi ve şişme belirtileri gözlenir.



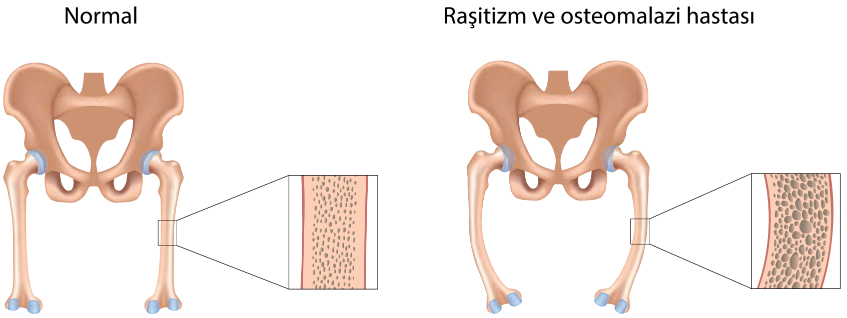
Şekil 1.66 Diz kapağında menisküs yırtığı

Osteoporoz

Halk arasında "kemik erimesi" olarak bilinen hastalık, nadiren erkeklerde de görülebilirken özellikle menopoz sonrası eşeysel hormon azaldığı için kadınlarda daha sık görülür. Osteoporoz hastalığında yaşlanmaya bağlı olarak kemik yıkımı, kemik yapımından daha fazla olduğu için kemik erimesi başlar. Buna bağlı olarak da kol, omurga ve kalça kemiği kırıkları yaşanır.

Raşitizim

D vitamini azlığı nedeniyle ortaya çıkan, Ca^{+2} (kalsiyum) ve P (fosfor) eksikliğinde görülen bir iskelet sistemi hastalığıdır. D vitamini, güneş ışığı etkisiyle deride son hâlini alan bir vitamindir. Bu nedenle yeteri kadar güneş ışığı almamış çocuklarda bu hastalık daha sık görülür. Kemik gelişimi bozukluğuna bağlı olarak ortaya çıkan bacak kemiklerindeki güçsüzlük nedeniyle vücudu taşıyamayan bacakların eğildiği görülür (Şekil 1.67).


Normal

Raşitizm ve osteomalazi hastası

Şekil 1.67 Raşitizim ve osteomalazi hastalıklarında kemik dokusu zayıflar.

Bunu biliyor musunuz?

Ayak tabanımızın kavisli bir şekli vardır ve bu şekil sayesinde yürürken üç noktada yere basarız. Böylece vücut ağırlığına karşı kemiklere destek verilmiş ve dengeye katkı sağlanmış olur. Bu kavisten yoksun olan düztabanlar, yürümede güçlük çeker ve çabuk yorulurlar.

Bilim ve Teknik, Aralık 2005

Şenel, F. (2005). Düztabanlık. Bilim ve Teknik, 457, 95.

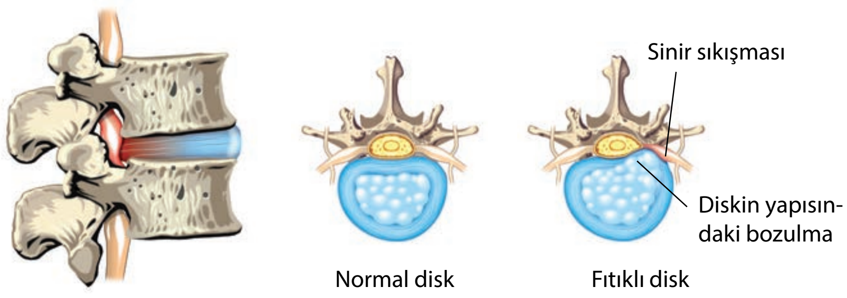
Osteomalazi

Yetişkinlerde görülen raşitizm şeklidir. D vitamini ve Ca^{+2} eksikliğine bağlı olarak kemik yumuşar ve kolay kırılabilir hâle gelir. Sık doğum yapan kadınlarda Ca^{+2} ihtiyacı arttığından bu hastalığın görülme sıklığı da artar. Ayrıca böbrek yetmezliği görülen kişilerde Ca^{+2} geri emilimi yeterli olamadığından osteomalazi görülme ihtimali artar (Şekil 1.67).

Bel Fıtığı

Omurga kemiklerinde bulunan diskler herhangi bir şekilde aşırı baskıya maruz kalırlarsa geçici veya kalıcı olarak zarar görür. Yapısı bozulan disk, omurga kanalına ve sinirlere baskı yapmaya başlar (Şekil 1.68). Bunun sonucunda şiddetli bel ağrıları ortaya çıkar. Ayrıca omurilikten çıkan ve ayaklara kadar uzanan siyatik sinire baskı yapıldığı için ağrı, ayaklarda hissedilir.

Bel fıtığında omurlar arasındaki disk zarar görür.



Şekil 1.68. Bel fıtığında bozulan disk yapısından dolayı omurga kanalı ve sinirlere baskı olur.

Bunu biliyor musunuz?

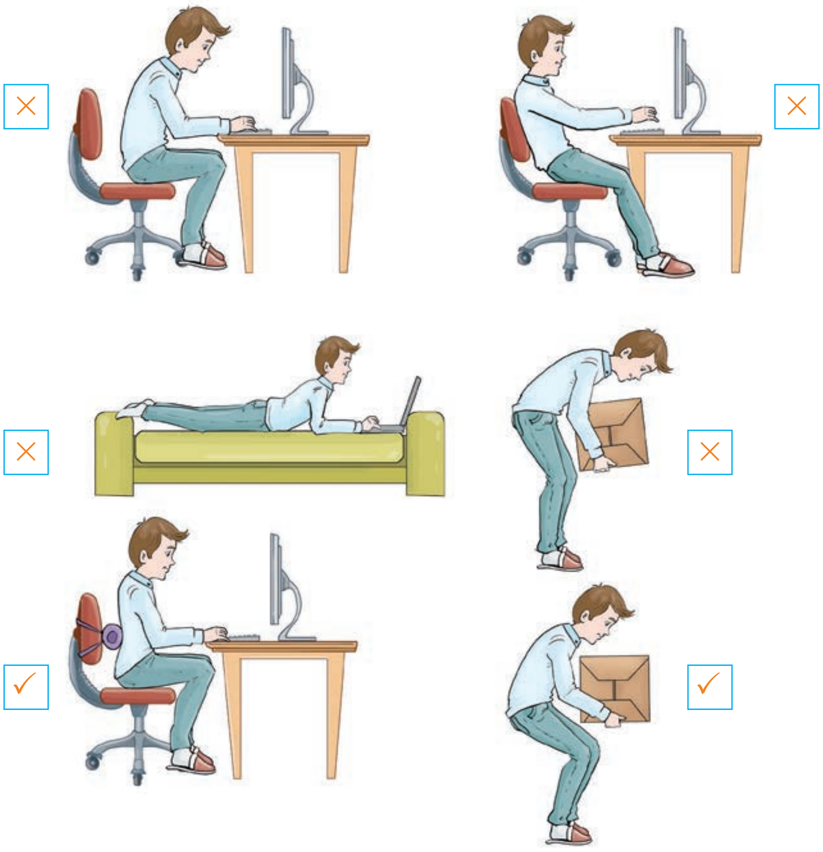
Bel fıtığı hastalığı, çok ileri durumlarda ayaklarda his ve güç kaybına sebep olabilir. Ancak bu durumun halk arasında denenen bir yöntem olan omurganın çekilmesi yoluyla düzeltilmesi mümkün değildir ve oldukça sakıncalıdır. Bu uygulamalar sırasında yapılacak en ufak bir yanlışlık, kişinin omuriliğine zarar vererek felç olmasına yol açabilir. Bel fıtığı olan bir kişinin mutlaka bir nöroloji veya ortopedi uzmanına gitmesi gerekir.

http://www.ofdevlethastanesi.gov.tr

(Erişim Tarihi: 01.11.2017)

Destek ve Hareket Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

- Destek ve hareket sisteminin sağlığı için dengeli beslenmeye dikkat edilmeli, özellikle protein, kalsiyum ve fosfor içeren (et, süt, yumurta ve peynir gibi) besinlerle birlikte D vitamini alınmalıdır. Ayrıca D vitamininin görev yapabilmesi için yeterince güneş ışığı alınmalıdır.
- İskelet ve kasların gelişmesi ve sağlığı için düzenli olarak yaşa uygun spor yapılmalıdır.
- Duruş ve oturuş biçimlerine dikkat edilmelidir. Örneğin sandalyede dik oturulmalı, kambur durulmamalı, dik yürünmelidir (Şekil 1.69).

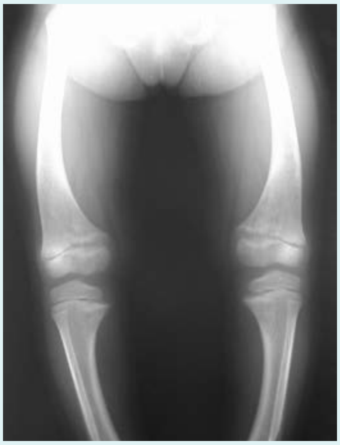


Şekil 1.69 Doğru ve yanlış vücut duruşları

- Aşırı ağır yük taşınmamalı, ani darbe ve zorlamalardan kaçınılmalıdır.
- Yük taşınırken veya kaldırılırken iki elle dengeli bir şekilde tutulmalıdır. Çanta tek omuzda taşınmamalı, çantanın yükünün iki omza paylaştırılması tercih edilmelidir. Yükler dizleri bükmeden kaldırılmamalıdır. Bu tür aktivitelerin uzun süre yanlış yapılması kemiklerde şekil bozukluğuna sebep olabilir.
- Kırık, çıkık ve burkulmalarda çıkıkçıya ve kırıkçıya değil, doktora gidilmelidir.

OKUMA METNİ

RAŞİTİZM



Raşitizm, kemiklerde kalsiyum depolanmasının yetersiz olmasına bağlı olarak ortaya çıkan şekil bozukluklarına verilen genel addır. Nedenleri çeşitlidir. Her yaşta görülebilir. En sık görülen, dolayısıyla raşitizm denince akla ilk gelen D vitamini eksikliğine bağlı süt çocukluğu döneminde gelişen raşitizmdir.

D vitamini diğer vitaminlerin çoğundan farklı olarak besinlerle alınmasının yanı sıra güneş ışığının yardımı ile deride de üretilir. Deride üretilen D vitamini vücudun gereksinimini karşılayan temel kaynaktır. Besinlerle alınan ya da deride üretilen D vitamini, karaciğer ve böbreklerde bir dizi işlemden geçerek etki gücü en yüksek D vitamini şekline dönüşür. D vitamini eksikliği de bu aşamalardan herhangi birindeki bir soruna bağlı olarak gelişebilir. Güneş ışığından yeterince yararlanmamak, D vitamini ve kalsiyum yönünden zengin besinler almamak, bağırsaklarda emilim bozukluğu, karaciğer ya da böbrek yetersizliği gibi... Bunlara ek olarak uzun süreli kullanılan bazı ilaçlar da D vitamini metabolizmasını etkileyerek raşitizme yol açabilir.

Eğer besinler özel olarak D vitamini yönünden zenginleştirilmemişse genellikle sıradan bir beslenme günlük gereksinimi karşılamaya yetmez. Bunun için balık ürünleri, özellikle balık yağı tüketilmelidir.

Raşitizmin belirtileri yaşa göre değişir. En sık görüldüğü dönem olan ilk yaş içerisindeki belirtiler, kandaki kalsiyum ve fosfor düzeyinin düşüklüğüne bağlıdır. Bu belirtiler, nedeni açıklanamayan huzursuzluktan havale geçirmeye kadar değişir. Raşitizmli bebeklerin kasları gevşek ve güçsüzdür. Bu nedenle geç oturur, geç emekler ve geç yürürler. Buna karşın zekâ gelişimleri bu durumdan etkilenmez.

Raşitizmin diğer belirtileri ise kemiklerde kalsiyum birikiminin yetersizliğine bağlıdır. Bıngıldak yaşa göre geniştir ve kapanması gecikir. El ve ayak bilekleri geniştir. Kaburgaların üzerinde tespih tanesi gibi şişkinlikler fark edilebilir. Göğüs kafesinin alt kısmında oluk benzeri bir çökme oluşabilir. Diş çıkma gecikir. Raşitizmli çocukların alınları geniş ve belirgin, karınları ise şiş gözükür. Eğer hastalık tedavi edilmezse büyüme yavaşlar ve bir süre sonra çocuk, boyca yaşıtlarından geri kalır. Çocuk yürümeye başladıktan sonraki en önemli bulgu bacaklardaki eğriliktir (O ya da V bacak).

http://www.cocukendokrindiyabet.org
(Erişim Tarihi: 01.11.2017)
(Kısaltılmıştır.)

2. ETKİNLİK: DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI

Amacı: Destek ve hareket sistemi ile ilgili kavram haritası oluşturmak

Araç Gereç: büyük boy renkli karton kâğıtlar, renkli kalemler (Ayrıca kavram haritanız için kendi hayal gücünüz doğrultusunda istediğiniz malzemeleri kullanabilirsiniz.)

Kullanabileceğiniz malzemeleri önceden belirleyerek bunları etkinliği yapacağınız gün derse getiriniz.

Uygulama

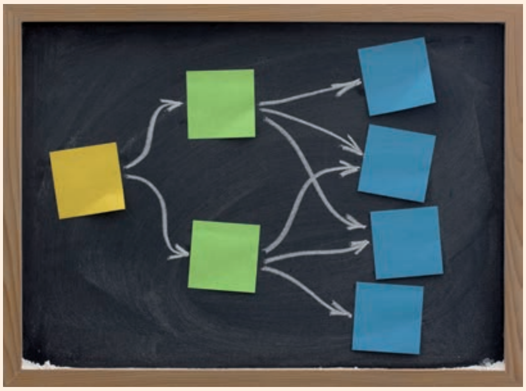
1. Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Aşağıdaki kavramları aralarındaki ilişkiyi dikkate alarak genelden özele doğru gruplandırınız (Genel ve alt kavramların hangileri olduğuna dikkat ediniz):

sert kemik doku, kondrin, süngerimsi kemik doku, kondrosit, eklemler, oynar eklemler, düz kas, oynamaz eklemler, kemik doku, kas sistemi, uzun kemik, yassı kemik, yarı oynar eklemler, düzensiz şekilli kemik, kısa kemik, kas hücreleri, istemsiz çalışan kaslar, sarkolemma, kalp kası, sarkoplazma, osein, osteosit, kıkırdak doku, destek ve hareket sistemi, hiyalin kıkırdak, çizgili kas, elastik kıkırdak, istemli çalışan kaslar, fibröz kıkırdak, iskelet sistemi

3. Kavramlar arasındaki ilişkileri oklarla gösterip, okların üzerine ilişkileri tanımlayan kelimeler yazınız.

Sonuç

- Oluşturduğunuz kavram haritalarını sınıfta arkadaşlarınıza tanıtınız.
- En güzel kavram haritasının hangisi olduğuna tartışarak karar veriniz.
- Kavram haritalarında eksik veya yanlış olan kısımları birlikte düzeltiniz. Bu süreçte arkadaşlarınızla yardımlaşmaya ve fikirlerinizi paylaşırken saygı çerçevesinde hareket etmeye özen gösteriniz.



3. ETKİNLİK: KEMİK YAPISI

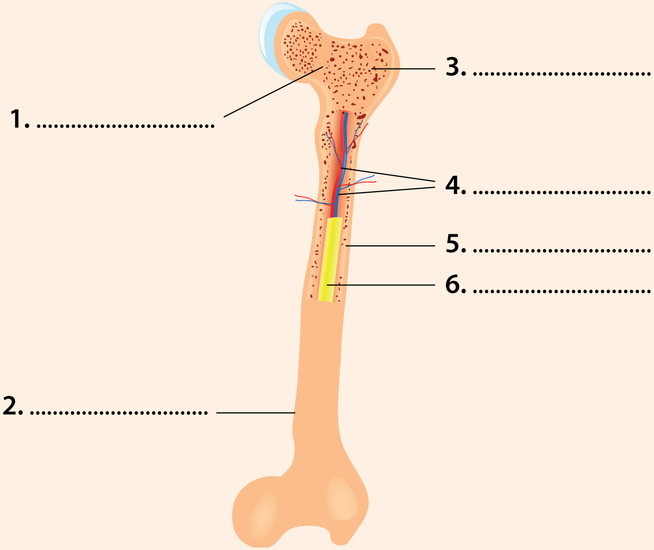
Amacı: Uzun kemiklerin yapısının incelenmesi

Araç Gereç: etlerinden ayrılmış pişmemiş tavuk bacak kemiği, diseksiyon küveti, bisturi, büyüteç, sirke, kavanoz

Uygulama

1. Tavuk bacağı kemiğini etlerinden iyice temizleyip üst yüzeyini inceleyiniz.
2. Kemiğin üzerini kaplayan koruyucu kemik zarının üzerindeki ufak deliklere ve kemiğin her iki ucunun yumuşak ve kaygan oluşuna dikkat ediniz.

3. Kemik ucunu bisturi ile enine keserek süngerimsi yapıyı ve kırmızı kemik iliğini inceleyiniz.
4. Kemiklerin birisini sirke dolu kavanoza diğerini ise su dolu kavanoza koyup bir hafta boyunca bekletiniz.
5. Bir haftanın sonunda kemikler kavanozlardan çıkarılıp yıkandıktan sonra, kemikleri bükmeye çalışınız.
6. Bu iki kemiği kırarak diseksiyon küveti üzerinde iç kısımlarını büyüteçle dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Gözlemlerinizi yazınız.
7. Sirkede bekletilmiş kemiklerin suda bekletilmiş kemikten farklı olmasının nedeni ne olabilir? Tartışınız.
8. Uzun kemik yapısı ile ilgili yandaki şekilde boş bırakılan yerlere yapıların adını yazınız. Etkinlik sürecinde kemik üzerinde incelediğiniz yapıların şekil üzerindeki hangi yapılar olduklarına dikkat ediniz.



2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "destek ve hareket sistemi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. sarkoplazma	5. sinerjist	9. osteosit	13. osteomalazi
2. epifiz plağı	6. antagonist	10. osteoporoz	14. osein
3. tendon	7. ligament	11. tetanos	15. havers
4. kas sarsı	8. periost	12. kas tonusu	16. volkman kanalı

a) Kemik dokuda hücreler arası maddeye .... verilir.

b) Yetişkin bireylerde D vitamini ve Ca^{+2} eksikliğine bağlı olarak kemik yapısının yumuşayıp kolay kırılabilir hâle gelmesi şeklinde ortaya çıkan iskelet sistemi hastalığına .... denir.

c) Sert kemik dokuda içinde kan damarları ve sinirlerin yer aldığı boyuna uzanan .... kanalları bulunmaktadır.

ç) Kemiklerin etrafını saran zara .... adı verilir.

d) Kemik doku hücrelerine .... adı verilir.

e) Vücutta hareket sırasında aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara .... kaslar denir.

f) Eklem bölgelerindeki kemikler, ... adı verilen bağlarla birbirine bağlanırlar.

g) .... kadınlarda özellikle menopoz sonrası eşeysel hormon azalmasına da bağlı olarak ortaya çıkan ve yaşlanmanın da etkisiyle kemik kaybına neden olan bir iskelet sistemi hastalığıdır.

ğ) İskelet kasları kemiklere lifli bağ dokudan oluşan .... adı verilen yapılarla bağlanırlar.

h) Vücudumuzun hareketi sırasında ve birbiriyle zıt yönlü olarak çalışan kaslara .... kaslar denir.

ı) İskelet kaslarının uyarı almadığı zaman içinde bile bir miktar kasılı durmasına .... adı verilir.

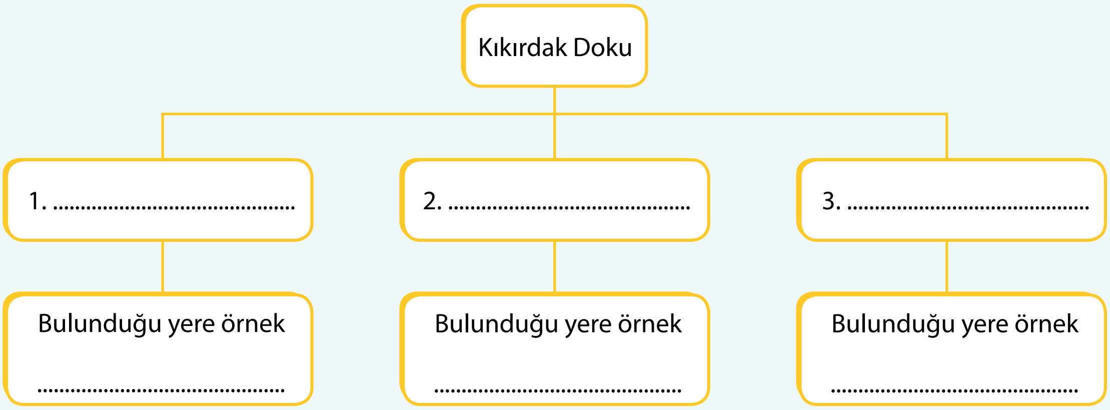
i) Kas lifine gevşemesi için yeterli süre bırakılmadan uzun süre ve sık aralıklarla uyarı verilecek olursa uzun süreli tek bir kasılma gerçekleşir. Bu şekildeki kasılmaya .... adı verilir.

j) Uyarı alan bir kasın kasılıp eski hâline geri dönmesine .... adı verilir.

k) Uzun kemiklerin baş kısımlarında boyuna uzamayı sağlayan .... bulunur.

l) Kas hücrelerinin sitoplazmasına .... adı verilir.

2. Aşağıdaki diyagramda boş bırakılan yerleri doldurunuz.



Kıkırdak Doku

1. ....
2. ....
3. ....

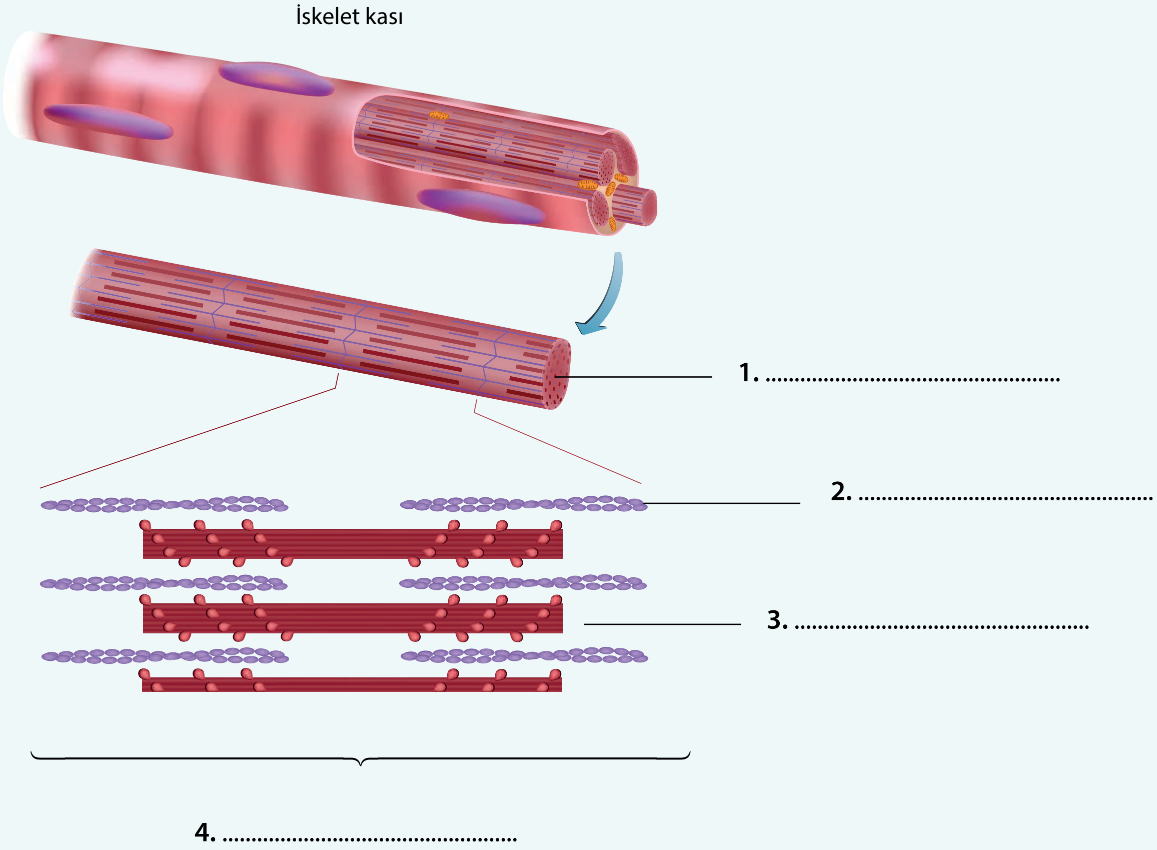
Bulunduğu yere örnek ....

Bulunduğu yere örnek ....

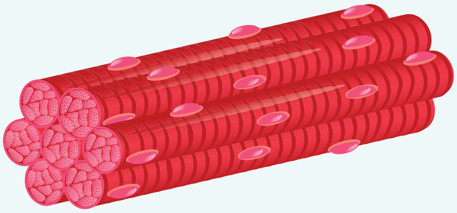
Bulunduğu yere örnek ....

3. Aşağıdaki şekilde iskelet kasının yapısı gösterilmektedir. Şekil üzerinde boş bırakılan yerleri aşağıda verilen kavramları kullanarak doldurunuz.

aktin, miyozin, sarkomer, miyofibril



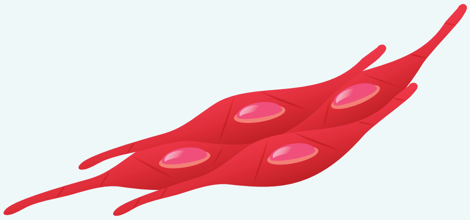
4. Aşağıda şekilleri verilen kas yapıları hangi tür kaslara örnektir? Vücudumuzda bu kas türleri nerelerde bulunur?



....

....

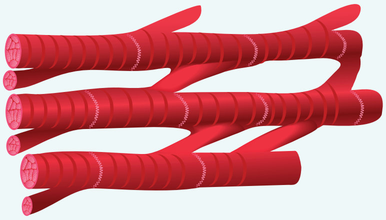
....



....

....

....



....

....

....

5. Aşağıda verilen maddelerden kasın kasılması sırasında hangilerinin miktarı artmaktadır, hangilerinin miktarı azalmaktadır? Miktarı artan maddelerin yanındaki kutucukları "+" ile, miktarı azalanları ise "–" ile işaretleyiniz.

☐ ATP

☐ Laktik asit

☐ Kreatin

☐ Glikoz

☐ Kreatin fosfat

☐ ADP

☐ Glikojen

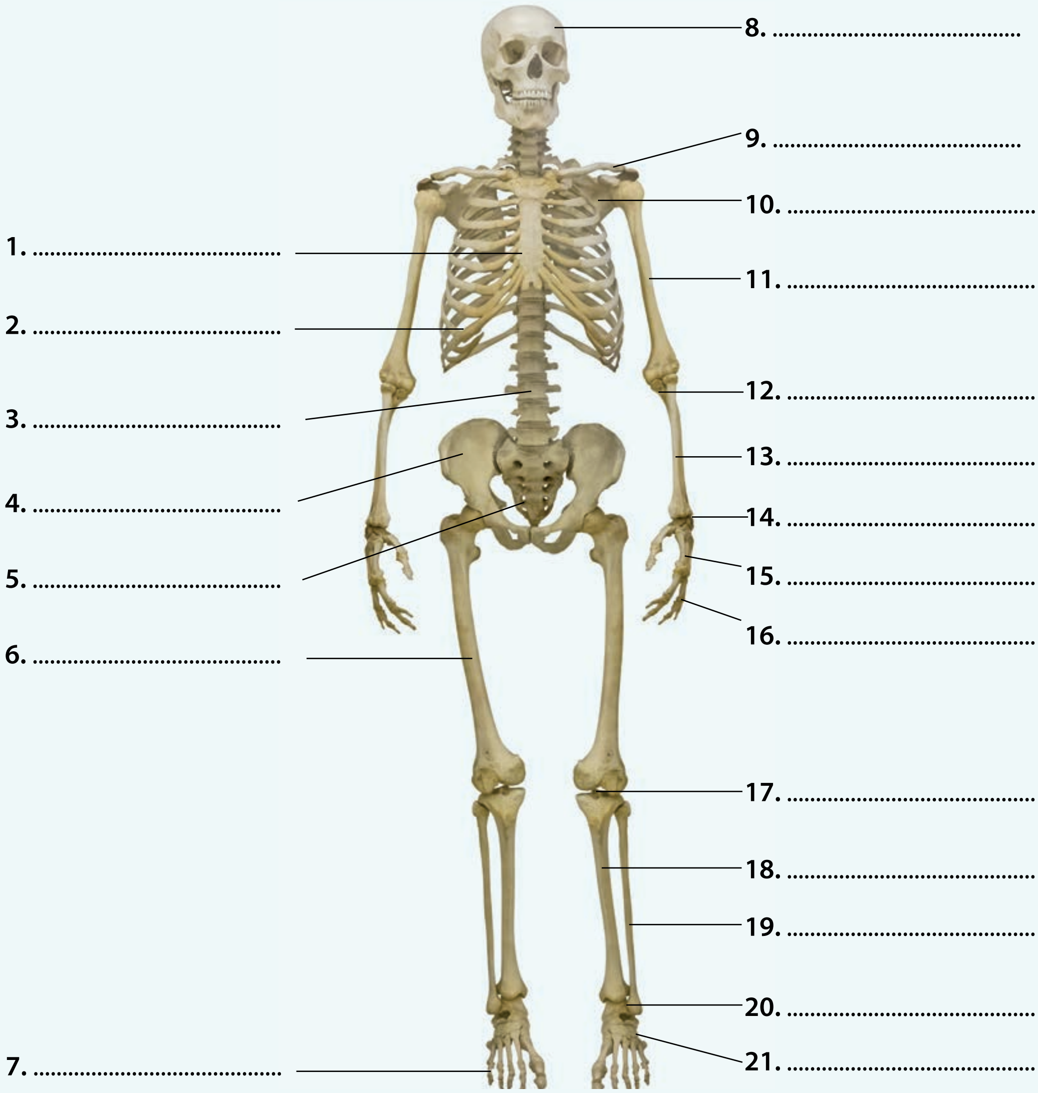
☐ Fosfor

☐ CO_2

6. Aşağıdaki tabloda Huxley'in Kayan İplikler Hipotezi'ne göre kasın kasılması ve gevşemesi durumunda I, H ve A bantlarında gerçekleşen değişiklikleri yazınız.

	I BANDI	H Bandı	A Bandı
Kas kasıldığında:	....	....	....
Kas gevşediğinde:	....	....	....

7. Aşağıda verilen insan iskelet sistemine ait şekil üzerinde kemiklerin adlarını yazınız.


8. ....
9. ....
10. ....
1. ....
11. ....
2. ....
12. ....
3. ....
13. ....
4. ....
14. ....
5. ....
15. ....
16. ....
6. ....
17. ....
18. ....
19. ....
20. ....
7. ....
21. ....

8. Kas sisteminin görevlerini açıklayınız.

....

....

....

9. Kemik gelişimini etkileyen faktörler nelerdir?

....

....

....

3. BÖLÜM

SİNDİRİM SİSTEMİ

Yaşamsal faaliyetlerimizi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğumuz enerjiyi beslenme yoluyla elde ederiz. Besinlerin vücudumuzda kullanılabilir hâle gelmesinden, ağızla başlayan ve bağırsaklarla sonlanan organlardan oluşan sindirim sistemi sorumludur. Enerjimiz, zihinsel performansımız, yaşam süremiz, genel vücut sağlığımız sindirim sistemimizin ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır. İyi çalışmayan bir sindirim sisteminin sebep olabileceği gaz, kabızlık, şişkinlik, hazımsızlık gün boyu bizi rahatsız edip yaşam kalitemizi olumsuz etkileyebilir.

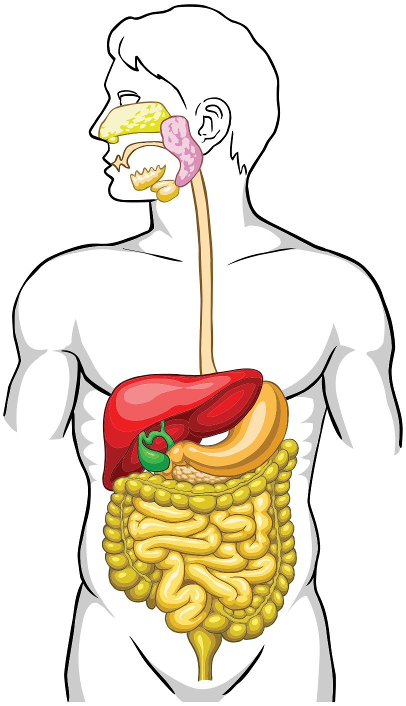
Bu bölümde besinlerin ağza alınmasıyla başlayan ve kan dolaşımına geçebilecekleri küçük yapı taşlarına kadar parçalandıkları süreç ve bu süreçte görev alan organların yapısı detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Ayrıca sindirim sistemi sağlığını korumak için yapılması gerekenler hakkında bilgi verilecektir.

Kavramlar/Terimler

1. Emilim
2. Sindirim

3. SİNDİRİM SİSTEMİ

Canlılar yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duydukları enerjiyi ise *beslenme* yoluyla elde ederler. Ototrof (üretici) canlılar, besinlerini kendileri üretirken heterotrof (tüketici) canlılar dışarıdan hazır olarak alırlar. Heterotrof canlıların dışarıdan aldıkları besinlerin, bu canlıların hücreleri tarafından kullanılabilecek küçük alt birimlere parçalanması olayına **sindirim** denir. Sindirim sistemi, sindirim olaylarının gerçekleştiği sindirim organları ve sindirime yardımcı organlardan oluşur. Sindirim, ağızla başlayıp anüsle sona eren, yaklaşık 8-10 m uzunluğundaki sindirim kanalında gerçekleşir (Şekil 1.70).



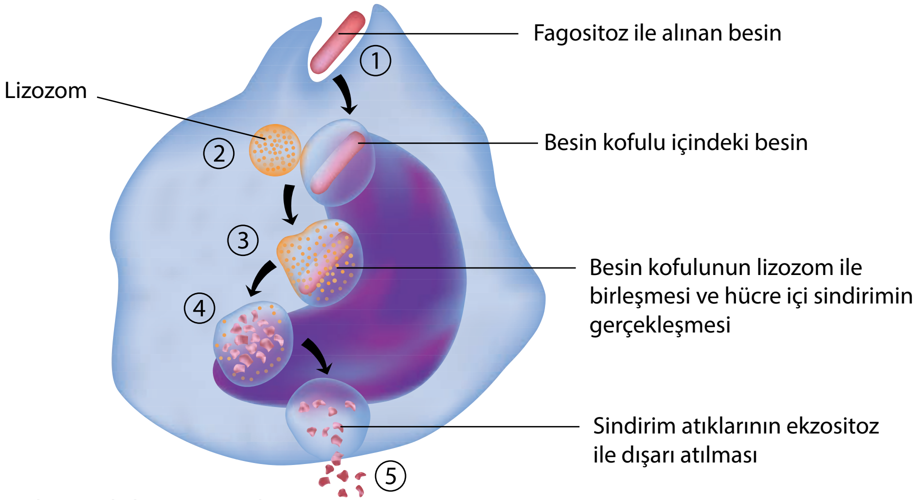
Şekil 1.70 İnsanda sindirim sistemi

Sindirim, gerçekleşme şekline göre *mekanik* ve *kimyasal* olarak iki şekilde incelenir:

Mekanik sindirim: Yüksek yapılı canlılarda besinlerin enzim kullanılmadan sadece fiziksel olarak küçük parçalara ayrılması olayına *mekanik sindirim* denir.

Kimyasal sindirim: Besin maddelerinin su ve enzimler yardımıyla hidrolize olarak yapı taşlarına (monomer) ayrışmasına ise kimyasal sindirim denir. Hidrolizin gerçekleştiği yere göre hücre içi ve hücre dışı olmak üzere iki çeşit kimyasal sindirim söz konusudur:

Hücre içi sindirimde besinler fagositoz veya pinositoz yoluyla besin kofulu oluşturularak hücre içine alınır. Besin kofulu ve lizozomun birleşmesiyle lizozomdaki enzimler sayesinde besinler yapı taşlarına kadar parçalanır. Koful zarından sitoplazmaya geçen yapı taşları hücre tarafından kullanılmaya hazırdır. Oluşan atıklar kofulun hücre zarı ile birleşmesiyle hücre zarından ekzositoz yoluyla hücre dışına atılır. Hücre içi sindirim amip, öglena ve paramesyum gibi tek hücreli canlılar ile süngerler, sölenterler ve akyuvar hücrelerinde görülür (Şekil 1.71).

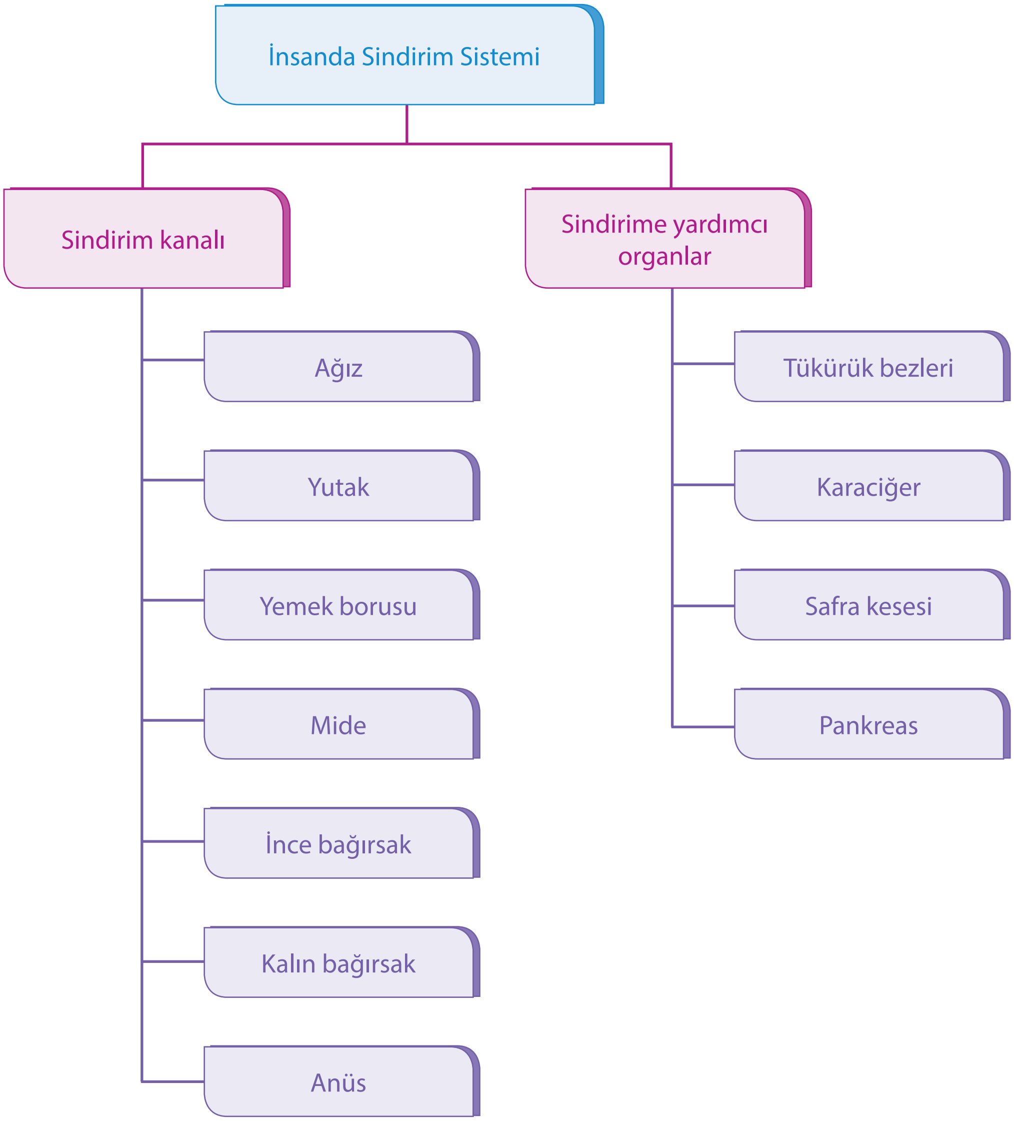

Fagositoz ile alınan besin
①
Lizozom
②
Besin kofulu içindeki besin
③
④
Besin kofulunun lizozom ile birleşmesi ve hücre içi sindirimin gerçekleşmesi
Sindirim atıklarının ekzositoz ile dışarı atılması
⑤

Şekil 1.71 Akyuvarda hücre içi sindirim

Hücre dışı sindirim, hücrelerden salgılanan enzimlerle besinlerin hücre dışında yapı taşlarına parçalanması ve difüzyon veya aktif taşıma ile hücre içine alınmasıdır. Saprofit bakteriler, mantarlar, böcekçil bitkiler, toprak solucanı, denizkestanesi, salyangoz, hidra, planarya gibi bazı omurgasızlar ile omurgalılarda görülen sindirim şeklidir.

- **Hücre dışı sindirimin hücre içi sindirime göre avantajı, hücre dışı sindirimde hücre içine alınamayacak kadar büyük besinlerin de sindirilebilmesidir.**
- **İnsanda bağışıklık hücrelerinin vücuda giren mikroorganizmaları hücre içine alıp parçalaması hücre içi sindirime örnek verilebilir.**

Şema 1.3'te insanın sindirim sistemini oluşturan yapılar ve sindirime yardımcı organlar gösterilmiştir.


İnsanda Sindirim Sistemi
Sindirim kanalı
Sindirime yardımcı organlar
Ağız
Yutak
Yemek borusu
Mide
İnce bağırsak
Kalın bağırsak
Anüs
Tükürük bezleri
Karaciğer
Safra kesesi
Pankreas

Şema 1.3 Sindirim sistemini oluşturan yapılar ve sindirime yardımcı organlar

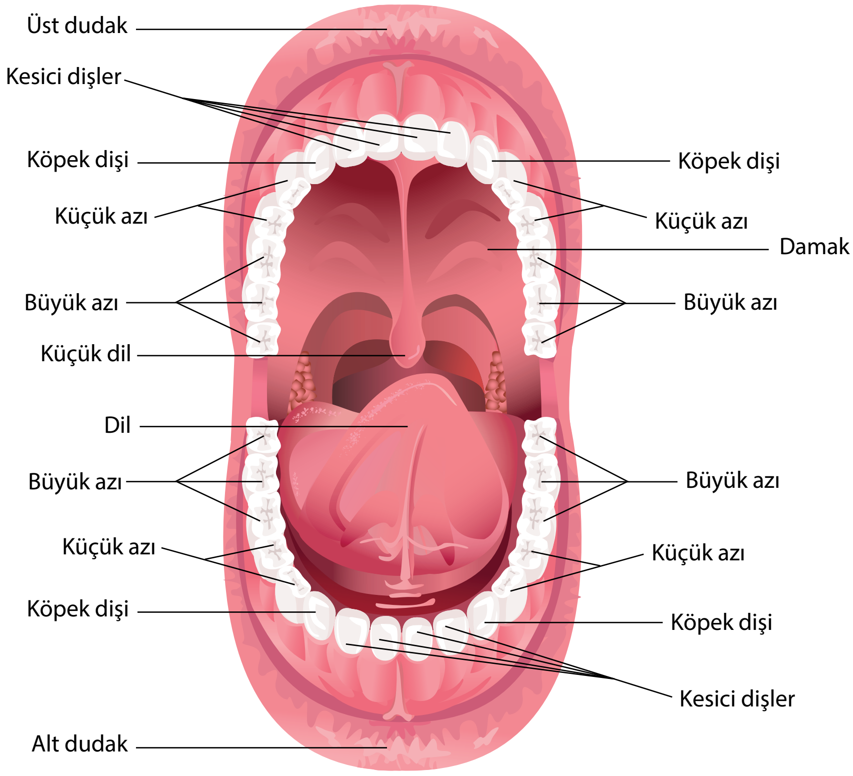
3.1. SİNDİRİM KANALI ORGANLARI

3.1.1. AĞIZ

Ağız, besinlerin hem fiziksel hem de kimyasal sindirimlerinin başladığı organdır. Besinlerin dişler ve dil yardımıyla öğütülmesi ile mekanik sindirim gerçekleşir. Dişler besinleri parçalarken dil de besinlerin karıştırılmasını, tadının algılanmasını ve yutağa iletilmesini sağlar.

Dişler ağız boşluğu içinde bir uçları alt ve üst çene kemiğindeki çukurlara gömülü, diğer uçları serbest olan kemik görünümlü yapılardır.

Altıncı aydan itibaren çıkmaya başlayan ilk dişlere **süt dişleri** denir. 6-7 yaşlarında süt dişleri dökülmeye başlar ve yerine kalıcı dişler çıkar. Çocukların ağzında genellikle 28 diş bulunur. Yetişkinlerde ise 32 diş vardır. Bu rakamı 32'ye tamamlayan 3. büyük azılar yani yirmi yaş dişleridir. Bu 32 diş, 3 ayrı diş takımından meydana gelmektedir (Şekil 1.72):


Üst dudak
Kesici dişler
Köpek dişi
Küçük azı
Büyük azı
Küçük dil
Dil
Büyük azı
Küçük azı
Köpek dişi
Alt dudak
Köpek dişi
Küçük azı
Damak
Büyük azı
Büyük azı
Küçük azı
Köpek dişi
Kesici dişler

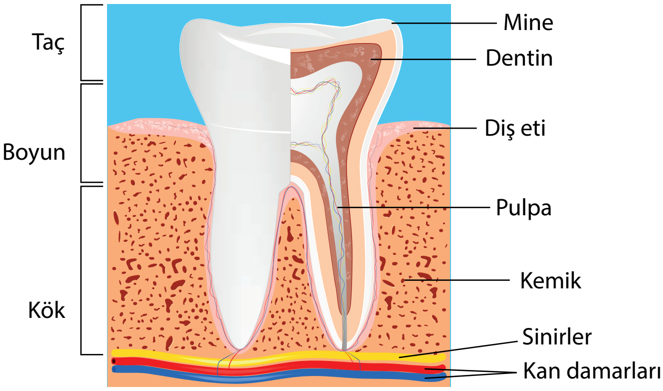
Şekil 1.72 Ağzın görünümü ve dişler

Kesici dişler: Alt ve üst çenede dörder tane olmak üzere toplam 8 adettir.

Köpek dişleri: Alt ve üst çenede ikişer tane olmak üzere toplam 4 adettir.

Azı dişleri: Alt ve üstte dörder tane küçük azı; altışar tanesi ise büyük azı olmak üzere toplamda 20 adettir.

Diş; taç, boyun ve kök olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Dişin ağızda görünen kısmına **taç,** diş etiyle sarılı kısmına **boyun,** çene kemiğinin içinde kalan kısmına ise **kök** denir. Diş, dıştan içe doğru incelendiğinde 3 tabakadan oluştuğu görülmektedir: En dışta bulunan ve dişin taç kısmını örten parlak, sert tabakaya **mine;** minenin altındaki kemik yapılı tabakaya **dentin;** en içte bulunan, sinir ve bağ dokudan oluşan tabakaya ise **pulpa (öz bölgesi)** adı verilir (Şekil 1.73). Dişlerimiz ısırma ve çiğneme sırasında sürekli yüksek basınca maruz kalmasına rağmen dayanıklılığını korur. Dişlerimizin dayanıklılığını vücudun en sert ve en yoğun mineralleşmiş maddesi olan *diş minesi* sağlar.

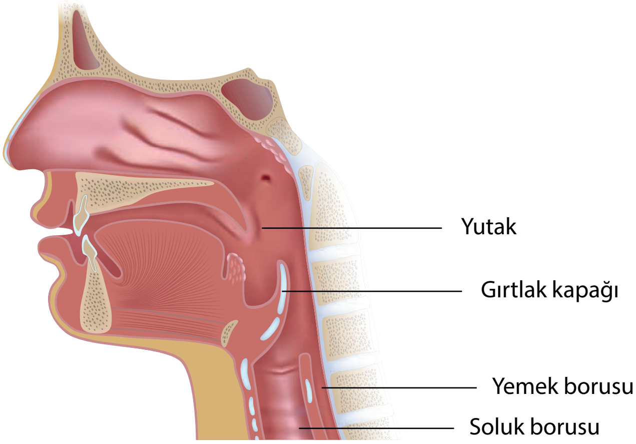


Şekil 1.73 Dişin yapısı

- **Çiğneme olayı istemli olarak başlayıp refleks olarak devam etmektedir!**
- **Mine, dişe beyaz rengini verirken dentin sarı-koyu rengini verir. Diş yaşlandıkça dentin miktarı artar, mine miktarı azalır. Bu da yaşlandıkça dişlerin daha sarı görünmesine sebep olur.**
- **Mine tabakasında sinir hücreleri olmadığı için bu tabaka duyarlı değildir. Diş minesi sinirlerle kaplı olsaydı yemek yerken ısırma, ezme ve çiğneme gibi işlemler sırasında çok acı çekerdik!**

3.1.2. YUTAK

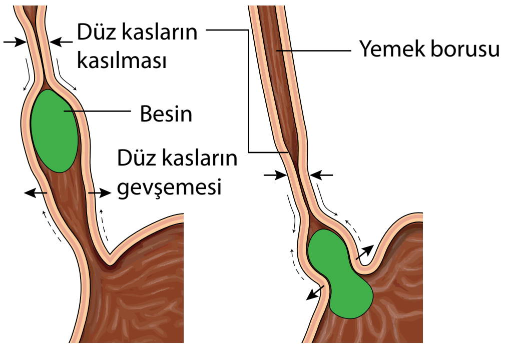
Yutak; ağzın gerisinde, yemek ve soluk borusunun başlangıcında yer alan, düz kas ve zar yapıdaki boşluktur. Üstte ağız ve burun boşluğuna, altta ise yemek borusuna açılır. Ağızda öğütülen besinlerin yemek borusuna iletilmesini sağlar. Yutkunma ile besinler ağızdan yutağa, oradan da yemek borusuna aktarılır. Yutkunma sırasında gırtlak kapağı (epiglottis), soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını önler (Şekil 1.74).



Şekil 1.74 Yutak, gırtlak kapağı, yemek ve soluk borusu

3.1.3. YEMEK BORUSU

Mide ile yutak arasında bulunan yaklaşık 25 cm uzunluğunda ve 2 cm çapında olan kaslı bir borudur. Yemek borusunun başlangıcındaki kaslar çizgili kaslardır. Bu nedenle yutma olayı istemli olarak başlar. Daha sonra yemek borusunun alt kısmındaki istemsiz çalışan kasların peristaltik kasılma hareketleri ile besinler mideye doğru ilerletilir (Şekil 1.75).



Şekil 1.75 Besinin yemek borusundan mideye doğru ilerlemesi

3.1.4. MİDE

Sindirim sisteminin kese şeklini almış organıdır. Yetişkin bir insanda hacmi yaklaşık 1,5 litre kadardır. Fakat alınan besinin fazlalılığına bağlı olarak kaslı yapısı sayesinde midenin hacmi artabilir.

Midenin üç temel görevi vardır. Bunlar:

- Alınan besinlerin *depolanması,*
- Kasılıp gevşeme hareketleri ile besinlerin *mekanik sindirimlerinin* gerçekleştirilmesi ve besinlerin yarı katı-yarı sıvı bir şekil olan kimus hâline dönüştürülmesi,
- Proteinlerin *kimyasal sindiriminin* başlatılmasıdır.

Mide iç duvarını oluşturan epitel dokudan mide öz suyu salgılanır. Bu öz suyun içinde hidroklorik asit (HCl), pepsinojen enzimi, mukus salgısı bulunur.

Mide boşluğuna salgılanan hidroklorik asit, mide içinin asidik bir ortam hâline dönüşmesini sağlar. Mide içinin pH'ı yaklaşık 2'dir. Bu asidik ortam, besinlerle birlikte vücuda giren mikroorganizmaların öldürülmesini sağlarken aynı zamanda besinlerin yapısındaki proteinlerin de yapılarının bozulmasına (denatürasyon) neden olur ve böylece kimyasal sindirimi kolaylaştırır. Ayrıca hidroklorik asit, pasif olarak salgılanan ve proteinlerin kimyasal sindirimini gerçekleştiren pepsinojen enziminin aktifleşerek pepsin şekline dönüşmesini sağlar. Pepsin, proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır ve proteinlerin küçük polipeptit parçalarına (pepton) dönüşmesini sağlar.

Araştırınız

Midenin bir bölümü hatta tamamı alındığında bile insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri mümkündür. Böyle bir durumdaki insan nasıl beslenir? Nelere dikkat etmelidir?

Mide içinin pH'ının çok düşük olmasına ve içinde protein sindiren enzimin bulunmasına rağmen mide bundan nasıl zarar görmez? Bunun üç sebebi vardır:

1. Proteinleri sindiren pepsin enzimi, pasif hâldeki pepsinojen olarak salgılanır. Pepsinojenin aktifleşmesini sağlayan hidroklorik asit farklı hücrelerden salgılanır ve bunlar ilk defa mide boşluğunda karşılaşır.

2. Mide iç yüzeyini epitel hücreleri tarafından salgılanan mukus tabakası kaplar. Mide iç yüzeyini koruyan bu tabaka, üç günde bir kendisini yeniler.
3. Gastrin ve enterogastrin hormonlarının düzenleyici etkisi, midenin boşuna salgı üretmesini engeller.

Midenin enzim salgılaması da aynı şekilde üç farklı etki ile kontrol edilir:

1. Hormonal etki: Midenin yapısında bulunan bazı hücrelerden (G hücreleri) salgılanan *gastrin hormonu,* midenin salgı yapan hücrelerine etki ederek enzim üretimini uyarır.

2. Sinirsel etki: Besinlerin tadı ve kokusu beyinde ilgili merkezleri uyardığında midenin çalışması hızlanır.

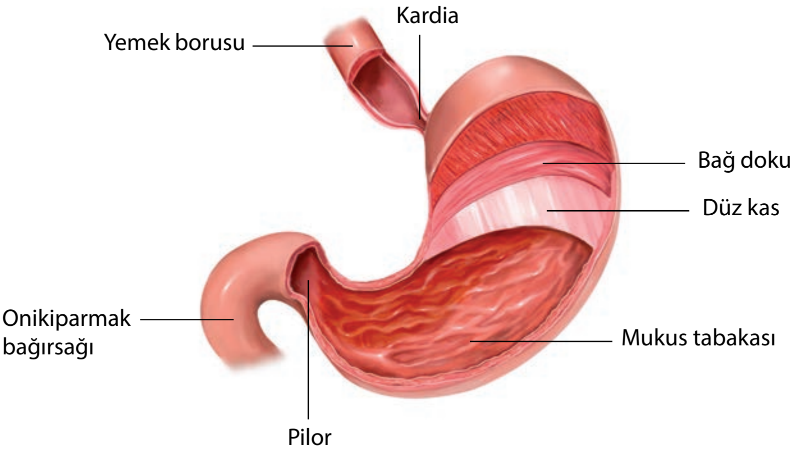
3. Mekanik (fiziksel) etki: Besinlerin mide duvarına teması, midede salgı yapılmasını uyarır.

Midenin çalışması sırasında normalde her iki ucu da kapalıdır. Fakat yemek borusunun mideye bağlandığı yer olan kardia adı verilen bölgedeki kaslar düzenli çalışmazsa midedeki asitli kimus yemek borusuna kaçabilir. Bu durumda yanma hissi (reflü hastalığı) açığa çıkar. Eğer bu durum süreklilik kazanırsa yemek borusu ülseri oluşur. Midenin ince bağırsağa bağlandığı bölüme ise **pilor** adı verilir. Bir öğün yemeğin mideden ince bağırsağa pilordan tamamen geçmesi yaklaşık 2-6 saat sürer (Şekil 1.76).

Bunu biliyor musunuz?

Yemekten hemen sonra ağır egzersiz yapmak ya da uzanmak asidik mide sıvısının yemek borusuna çıkmasına neden olur. Bu da yemek borusuna zarar verebilir.

Altıparmak, E. (2010). Sık görülen mide rahatsızlığı: Gastrit. Numune Gazetesi, 5, 18.



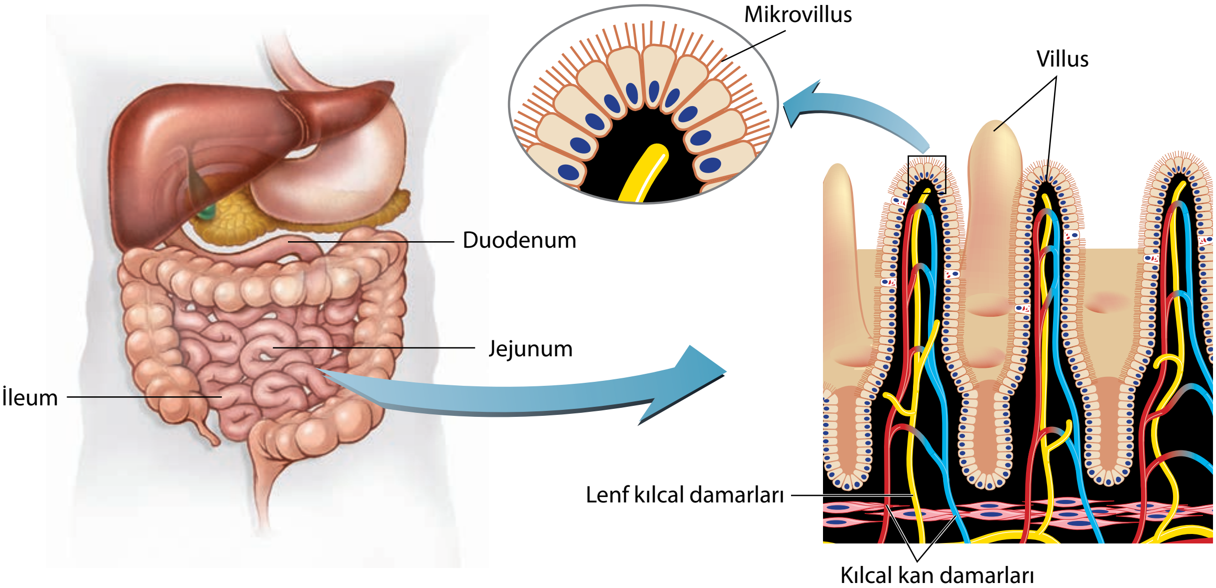
Şekil 1.76 Midenin yapısı

3.1.5. İNCE BAĞIRSAK

Sindirim sisteminin yaklaşık 6-7 m ile boyu en uzun bölgesidir. Besinlerin kimyasal sindiriminin tamamlanması ve kana emilimin büyük bir kısmı burada gerçekleştirilir. İnce bağırsak üç kısımdan oluşur. Bunlar mideye bağlanan ve yaklaşık 25 cm uzunluğundaki **onikiparmak bağırsağı (duodenum),** orta kısım olan, yaklaşık 2 m uzunluktaki **jejunum** ve kalın bağırsağa bağlanan kısım olan **ileum**dur.

Mideyi terk eden asidik kimus, onikiparmak bağırsağına gelir. Aynı zamanda buraya karaciğer ve pankreas da kanalları ile bağlanarak salgılarını boşaltır. Asidik olan kimus, buradaki bazik salgılarla tamponlanır.

İnce bağırsağın iç yüzeyi emilim yüzeyini artıran **villus** adı verilen kıvrımlardan oluşur. Villusların bağırsak içine bakan yüzeylerinde ise **mikrovillus** adı verilen sitoplazmik uzantılar bulunur (Şekil 1.77).



Şekil 1.77 İnce bağırsağın yapısı

3.1.6. KALIN BAĞIRSAK

Sindirim kanalının ince bağırsaktan sonra başlayıp anüs ile biten yaklaşık 1,5-2 m uzunluğundaki kısmıdır. Üç önemli görevi vardır. Bunlar:

- Su, sodyum, klor ve potasyum gibi elektrolitlerin kana emilimini tamamlamak,
- B ve K vitamini üreten faydalı bakteriler için yaşam ortamı oluşturmak ve bu vitaminlerin emilimini gerçekleştirmek,
- Dışkının vücuttan atılıncaya kadar geçici olarak depolanmasını sağlamaktır.

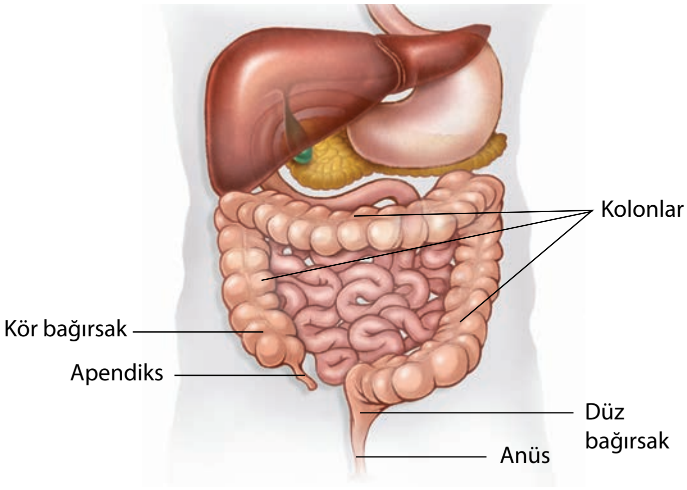
Kalın bağırsak üç kısımdan oluşur. İnce bağırsağa bağlanan ilk 6 cm'lik kısmına **kör bağırsak (çekum)** adı verilir. Kör bağırsağın ince bağırsak ucunda bulunan kapak, kalın bağırsağa geçen içeriğin tekrar ince bağırsağa geçmesini engeller. Bu kapağın yaklaşık 2 cm altında **apendiks** adı verilen solucana benzeyen bir uzantı bulunur. Apendiksin yabancı bir madde ile tıkanması ve iltihaplanmasına **apandisit** denir. Apandisit aşırı ağrı, kusma ve iştah kaybı gibi belirtiler gösterir ve cerrahi müdahale ile apendiksin

Bunu biliyor musunuz?

Uzun süreli antibiyotik kullanımı, bağırsaklarda yaşayan K vitamini üreten faydalı bakterilerin zarar görmesine neden olduğundan K vitamini eksikliğine yol açmaktadır.

Hall, E.J. (2013). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (12. Baskı), (Çeviri Editörü: Çağlayan Yeğen, B.), Nobel Tıp Kitabevleri.

alınması gerekir. Kör bağırsaktan sonra kalın bağırsağın büyük bir kısmını oluşturan **kolon** bölgesi başlar. Kolonlardan sonra ise yaklaşık 15 cm uzunluğundaki son bölge olan **düz bağırsak (rektum)** bulunur. Dışkı düz bağırsakta geçici olarak depolanır ve anüsten dışarı atılır (Şekil 1.78).

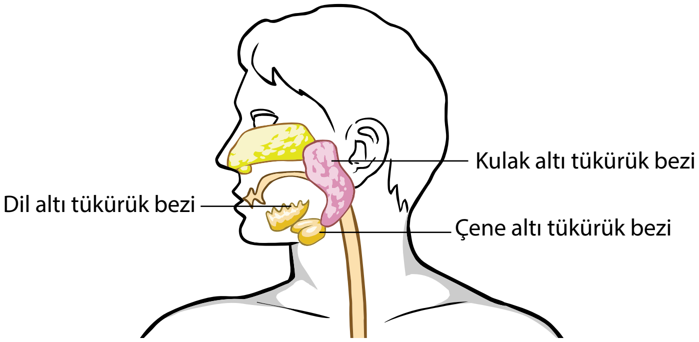


Şekil 1.78 Kalın bağırsağın yapısı

3.2. SİNDİRİME YARDIMCI ORGANLAR VE YAPILAR

3.2.1. TÜKÜRÜK BEZLERİ

Tükürük bezleri çene altı, dil altı ve kulak altında olmak üzere toplam 3 çifttir (Şekil 1.79). Tükürük bezleri tarafından salgılanan tükürük, ağzın nemli kalmasında, besinlerin kayganlaşması ve tatlarının alınmasında, karbonhidratların kimyasal sindiriminin başlamasında görevlidir. Ayrıca tükürükte bulunan lizozim enzimi, bakteri hücre duvarını parçalayan antibakteriyel etkisi sayesinde diş çürümelerine neden olan bakterilerin yok edilmesini sağlar.



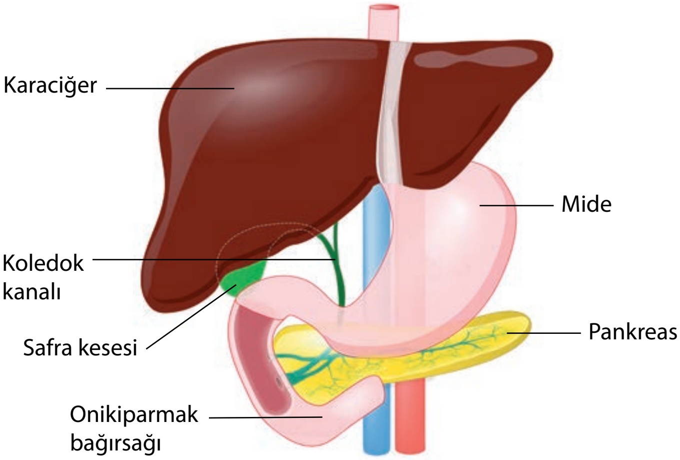
Şekil 1.79 Tükürük bezleri

Tükürüğün pH'ı nötrdür ve içeriğinde seröz, mukus ve amilaz (pityalin) enzimi bulunur. **Seröz,** çene altı tükürük bezleri tarafından salgılanır ve besinlerin eritilerek tadının alınmasını sağlar. Dil altı tükürük bezleri tarafından salgılanan **mukus** (H_2O + Na^+ + Ca^{+2} + Glikoprotein) ağzın nemli kalmasını ve besinlerin kayganlaşmasını sağlar. Kulak altı tükürük bezlerinden salgılanan **amilaz (pityalin)** enzimi sayesinde ağızda karbonhidratların sindirimi başlar.

Gözyaşı, ter, burun salgısı ve tükürük içerisinde bulunan lizozim enzimi, antibakteriyel etkisi sayesinde vücudun mikroplara karşı doğal koruma mekanizmasının önemli bir parçasıdır.

3.2.2. KARACİĞER

Yaklaşık 1,5 kg kütlesi ile deriden sonra vücudun en ağır organıdır. Sağ ve sol lop olmak üzere iki loptan oluşan karaciğer, canlılık için oldukça önemli olan fonksiyonları yerine getirir (Şekil 1.80). Hayati önemi olan birçok maddenin üretimi, depolanması ve salgılanması karaciğerde gerçekleşir. Bu görevlerden başlıcaları:



Şekil 1.80 Sindirime yardımcı organlar

- Bağırsaklardan emilen besinler, kapı toplardamarı ile karaciğere getirilir. Kan içinde gelen besinlerin fazlası karaciğer tarafından alınır ve depolanır. Depolanan maddeler gerektiğinde karaciğer tarafından kana verilir.
- Karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasını ayarlar.
- Zehirli olan amonyağı (NH_3) daha az zehirli olan üreye çevirir.
- Alkolün zararlı etkisini azaltır.
- İlaç kalıntıları gibi zehirli maddeleri zehirsizleştirir.
- Yağda eriyen vitaminler olan A-D-E-K vitaminlerini depolar.
- Özellikle demir gibi mineralleri depolar.
- Karaciğerde bulunan kupfer hücrelerinde yaşlanmış ve hasarlı alyuvarlar parçalanır.
- Albumin, globulin, fibrinojen gibi plazma proteinlerini sentezler.
- Yağların mekanik sindirimini sağlayan safra salgısını üretir. Üretilen safra, safra kesesinde depolanır.

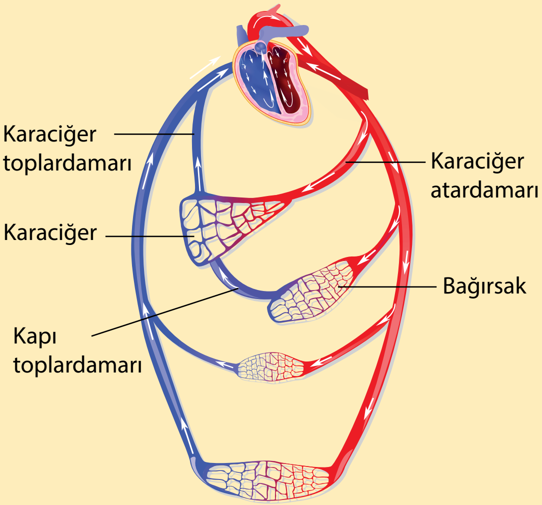
Karaciğere kan getiren iki tane damar vardır. Bunlar kalpten (aorttan) gelen karaciğer atardamarı ve bağırsaklardan gelen kapı toplardamarıdır.

Yemek yedikten bir süre sonra kapı toplardamarı ile bağırsaklardan gelen besinler karaciğerde depolanır ve vücuda yetecek kadar besin, karaciğer toplardamarı ile kalbe geri gönderilir.

Tokken: Kapı toplardamarındaki besin derişimi > Karaciğer toplardamarındaki besin derişimi

Uzun süren açlık durumunda bağırsaklarda sindirim bittikten sonra kapı toplardamarında taşınan besin miktarı azalır. Bu durumda karaciğerde depolanan besinler tekrar kana verilir.

Açken: Karaciğer toplardamarındaki besin derişimi > Kapı toplardamarındaki besin derişimi



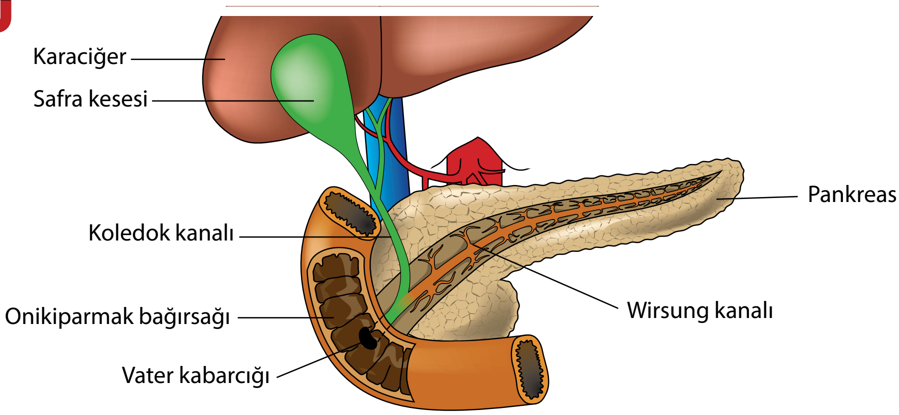
3.2.3. SAFRA KESESİ

Yaklaşık 7-10 cm uzunluğunda, karaciğerin sağ lobunun altında bulunan, kaslı bir yapıdır. Karaciğerde üretilen safra, safra kesesine gelir; burada konsantre hâle getirilerek depolanır.

Safra; su, sodyum bikarbonat, safra tuzları, kolesterol ve bilirubin gibi safra pigmentlerinden meydana gelmektedir. Safra kesesinde depolanan safra, **koledok kanalı**ndan onikiparmak bağırsağının vater kabarcığı bölgesine dökülür (Şekil 1.81).

Araştırınız

Safra taşı oluşumuna neden olan faktörleri araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



Şekil 1.81 Safra, koledok kanalından vater kabarcığına dökülür.

İnce bağırsakta kullanılan safra, yağların mekanik sindiriminde görev aldıktan sonra yaklaşık %90'ı ince bağırsakta emilerek tekrar kullanılabilmek için karaciğere getirilir. Safra, yağların mekanik sindiriminin dışında da görevler yapar. Bunlar; mideden gelen asidik kimusun nötrleşmesi, yağda çözünen vitaminlerin ve yağ yapı taşlarının emiliminin kolaylaştırılması, ince bağırsakta bakterilerin üremesinin ve kokuşmanın engellenmesi, dışkıya renk verme gibi görevlerdir.

Bunu biliyor musunuz?

Safra taşlarının safra kanalını tıkamasının en önemli belirtisi safra boyasının dışkıya karışmamasından dolayı dışkının rengini kaybetmesidir. Safra kanalı tıkanırsa yağların sindirimi ve emilimi zorlaşır. Kişi zayıflar, safra kana karışır ve sarılık hastalığı görülür.

Hall, E.J. (2013). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (12. Baskı), (Çeviri Editörü: Çağlayan Yeğen, B.), Nobel Tıp Kitabevleri.

Safra, yağların mekanik sindirimini yapar; enzim değildir!

3.2.4. PANKREAS

Pankreas, hem endokrin bez hem de ekzokrin bez olarak görev yapan karma bez özelliğinde bir organdır. İnce bağırsağa asidik özellikteki kimus geldiğinde ince bağırsak, salgıladığı hormonlarla pankreası uyarır ve pankreasın yapısında bulunan acinar (asinar) hücreleri pankreas öz suyunu üretir. Pankreas öz suyu, **wirsung kanalı** adı verilen kanal ile ince bağırsağın **vater kabarcığı** bölgesine taşınır (Şekil 1.81).

pH'ı 7,5-8,8 arasındaki pankreas öz suyunun içinde bikarbonat, karbonhidratların sindiriminde görevli *amilaz,* yağların sindiriminde görevli *lipaz,* proteinlerin sindiriminde görevli *kimotripsinojen, tripsinojen* ve nükleik asitlerin sindiriminde görevli *nükleaz* enzimleri bulunur.

OKUMA METNİ

NEDEN, BAĞIRSAK BAKTERİLERİ Mİ?

Obezlik, tıp ve sağlık alanında üzerinde belki de en az kanser kadar çalışılan konulardan biridir. Gazetelerde bile bununla ilgili haberlere neredeyse her gün rastlamak mümkün. "İşte!" dedirtecek bulguların ortaya çıkma sıklığıysa pek fazla değil. ABD'nin Washington (Vaşingtın) Üniversitesi Tıp Okulunda gerçekleştirilen çalışmalarsa bu konuda epeyce ses getirmiş durumda. Nature (Neyçır) dergisinin 21 Aralık 2006 tarihli sayısında yayımlanan iki araştırma, bağırsak bakterilerinden en yaygın iki grubun, obez fare ve insanlarda, normal kilolu bireylere göre farklı miktarlarda bulunduğunu göstermiştir. Bu bakterilerin hem obez hem de zayıf farelerden alınan örnekleri üzerinde yapılan genetik çalışmalar, obez bireylerdeki bakteri topluluklarının, alınan besinlerden kalori "çekme" yetilerinin çok daha fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bağırsaklarımızda, vücudun kendi kendine sindiremediği besinlerin (tahıl, meyve ve sebzelerdeki karmaşık şekerler gibi) sindirimine yardımcı olan trilyonlarca dost bakteri var. Sindirim sürecindeki bir halka olarak bu bakteriler besinleri ayrıştırıp yağ olarak depolanabilecek kalori alımını sağlıyorlar. Birlikte bağırsak bakteri florasının %90 kadarını oluşturan Bacteroidetes ve Firmicutes bakteri cinslerinin ele alındığı çalışmaya göreyse bu cins bakterilerin bağırsaklardaki miktarları bakımından bireyler arasında görülen farklılıklar, her birimizin bir öğünden ne kadar kalori alabileceğimizi belirlemektedir. Bir başka deyişle bir tabak pilav sizin için şu kadar, bir başkası için bu kadar kalori anlamına gelebiliyor. Hem insanlarda hem de farelerde ortaya çıkmış ki obez bireylerde Bacteriodetes nüfusu normal bireylere göre %50 daha az, Firmicutes nüfusuysa bununla orantılı olarak daha fazladır. Bulguları daha da ilginç kılan bir özellik, artış ya da azalışa, o bakteri gruplarındaki istisnasız bütün türlerin katılması... Üniversitenin zayıflama kliniğinde 12 obez hastayı da izlemeye alan araştırmacılar, hastalar zayıfladıkça Bacteriodetes nüfusunda artış, diğer grubunkinde de azalma olduğunu gözlemişler. Çalışma sonucunda ortaya çıkan en önemli sorularsa bazı kişilerdeki obezliğin, daha az Bacteriodetes ve daha fazla Firmicutes nüfusuyla "işe başlamalarından" mı kaynaklandığı ve nüfus oranlarının obezlik için bir tanı ya da risk faktörü olarak ele alınıp alınamayacağı... Tabii, en önemlisi de bu bakteri topluluklarına, enerji dengesini korumak üzere sağlıklı ve risksiz biçimde müdahale edilip edilemeyeceği...

Bilim ve Teknik, Ocak 2007

3.3. BESİNLERİN KİMYASAL SİNDİRİMİ

Besinlerin sindirimine başlamadan önce besinlerin sindiriminde görevli olan hormonları, salgılandıkları organları ve etki mekanizmalarını tanıyalım:

Gastrin: Mide hücrelerinden salgılanan gastrin hormonu, yine mide hücrelerini uyararak mide öz suyunun salgılanmasını sağlar.

Sekretin: Onikiparmak bağırsağından salgılanan sekretin hormonu, karaciğer ve pankreası uyarır. Pankreas hücrelerinden bazik özellikteki bikarbonatın salgılanmasını sağlayarak ince bağırsağı bazikleştirir, karaciğerin safra üretimini ve salgılamasını uyarır.

Kolesistokinin: Sekretin gibi onikiparmak bağırsağından salgılanan kolesistokinin hormonu, safra kesesi ve pankreası uyarır. Pankreasın besinlerin sindirimini sağlayan enzimleri üretmesini sağlar. Safra kesesinin kasılmasını sağlayarak safranın koledok kanalı ile onikiparmak bağırsağına boşaltılmasına yardımcı olur.

3.3.1. KARBONHİDRATLARIN SİNDİRİMİ

Karbonhidratların kimyasal sindirimi ağızda başlar, ince bağırsakta biter:

Ağız: Tükürükte bulunan tükürük amilazı (pityalin), nişasta ve glikojen moleküllerini parçalayarak iki glikozdan oluşan maltoz ve küçük polisakkarit zinciri olan dekstrine dönüşür.

$$\begin{matrix}\text{Nişasta}\\ \text{Glikojen}\end{matrix} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (Pityalin)}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

İnce bağırsak: Pankreas tarafından salgılanan ve pankreas öz suyunda bulunan amilaz, ağızda başlamış olan karbonhidrat sindirimini ince bağırsakta devam ettirir.

$$\begin{matrix}\text{Nişasta}\\ \text{Glikojen}\end{matrix} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (Pityalin)}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

Sindirimin devamı ince bağırsak tarafından üretilen sindirim enzimleri tarafından gerçekleştirilir. İnce bağırsaktan salgılanan disakkaritleri sindiren *maltaz, sükraz (sakkaraz), laktaz* enzimleri ve dekstrini sindiren *dekstrinaz* enzimi karbonhidratların sindirimini tamamlar.

$$\text{Sakkaroz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Sakkaraz}} \text{Glikoz} + \text{Fruktoz}$$

$$\text{Maltoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Maltaz}} \text{Glikoz} + \text{Glikoz}$$

$$\text{Laktoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Laktaz}} \text{Glikoz} + \text{Galaktoz}$$

$$\text{Dekstrin} + (n-1)\text{Su} \xrightarrow{\text{Dekstrinaz}} (n)\text{Glikoz}$$

3.3.2. PROTEİNLERİN SİNDİRİMİ

Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar ve ince bağırsakta sona erer.

Mide: Mide epitel hücrelerinden pasif olarak salgılanan pepsinojen enzimi, farklı epitel hücrelerin salgıladığı hidroklorik asit ile karşılaştığında aktifleşerek pepsine dönüşür. Pepsin enzimi, proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır ve küçük polipeptitlere ve peptonlara dönüşmesini sağlar.

$$\text{Pepsinojen} + \text{HCl} \longrightarrow \text{Pepsin (Aktif enzim)}$$

$$\text{Protein} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Pepsin}} \text{Polipeptitler} + \text{Peptonlar}$$

İnce bağırsak: Mideden onikiparmak bağırsağına geçen asitli kimus, burada safra kesesinden gelen safranın etkisiyle bazikleşir ve pankreastan gelen protein sindiren enzimlerle karşılaşır. Pankreastan gelen protein sindirimi ile görevli enzimler de pasif olarak salgılanır ve ince bağırsakta aktifleşir. Pankreastan gelen tripsinojen enzimi, ince bağırsak tarafından salgılanan enterokinaz tarafından aktifleştirilir ve tripsine dönüşür. Tripsin enzimi de yine pankreastan salgılanan kimotripsinojen enzimini aktifleştirerek kimotripsine dönüştürür.

İnce Bağırsak
↓

$$\text{Tripsinojen} \xrightarrow{\text{Enterokinaz}} \text{Tripsin}$$

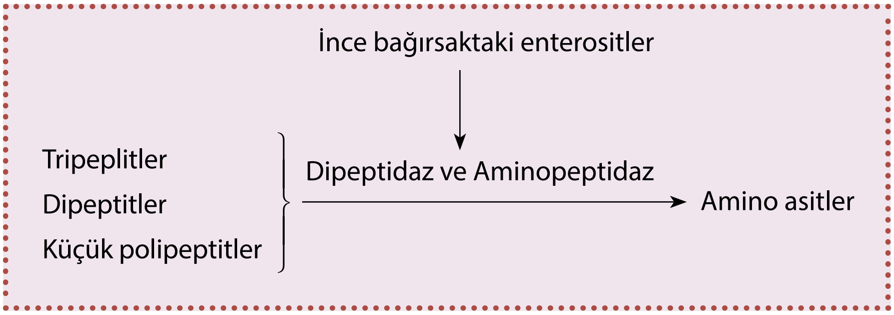
$$\text{Kimotripsinojen} \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Kimotripsin}$$

Pankreas enzimleri olan tripsin, kimotripsin ve karboksipeptidaz enzimleri ile mideden sindirimi tamamlanmamış olarak gelen polipeptitler ince bağırsak boşluğunda karşılaşır. Tripsin ve kimotripsin, polipeptitleri daha küçük polipeptitlere parçalarken karboksipeptidaz ise bazı amio asitleri polipeptitten koparır.

$$\text{Polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow[\text{Karboksipeptidaz}]{\text{Tripsin ve Kimotripsin}} \text{Daha küçük polipeptitler} + \text{Tripeptitler} + \text{Dipeptitler} + \text{Amino asitler}$$

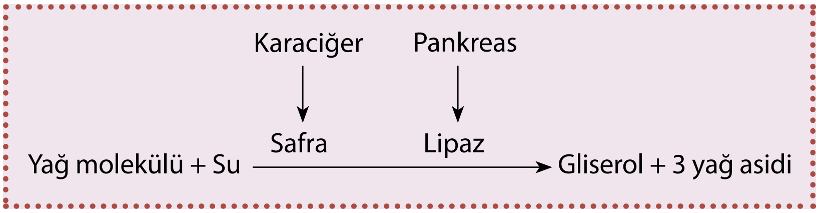
Proteinleri küçük bir kısmı, pankreas salgıları ile amino asitlere kadar parçalanabilirken birçoğu tripeptit, dipeptit ve küçük polipeptitler şeklinde kalır.

Proteinlerin sindirimlerinin sonuçlanması, ince bağırsak villuslarını kaplayan enterositler tarafından gerçekleştirilir. Bu hücreler ürettikleri dipeptidaz ve aminopeptidaz enzimleri ile tripeptit, dipeptit ve küçük polipeptitleri amino asitlere kadar parçalarlar.



3.3.3. YAĞLARIN SİNDİRİMİ

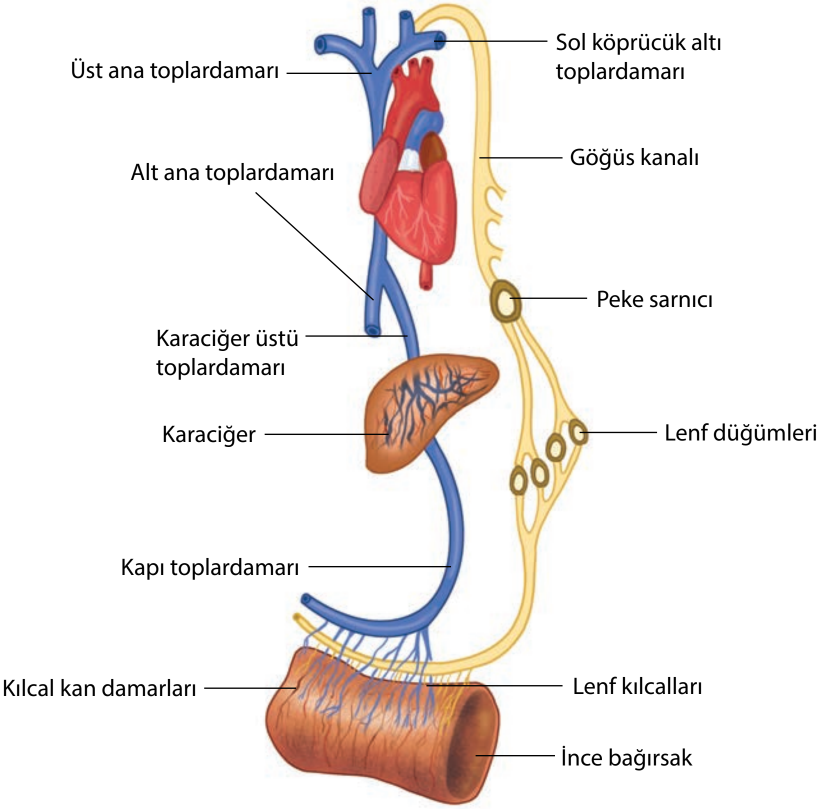
Yağların kimyasal sindirimi ince bağırsakta başlar ve biter. Yağların sindiriminde büyük damlalar hâlinde bulunan yağ damlalarını daha küçük parçalara ayırarak mekanik sindirim yapan ve kimyasal sindirimi kolaylaştıran safranın etkisi vardır. Kimyasal sindirim ise pankreastan salgılanan lipaz enzimi etkisi ile gerçekleştirilir.



3.4. BESİNLERİN EMİLİMİ

Besinlerin sindiriminden sonra bunlardan faydalanabilmek için kana geçirilmesi gerekir. Emilim yeri özellikle ince bağırsaklardır. Sindirilen besinlerin yaklaşık %90'ı ince bağırsaklardan emilir. İnce bağırsağın üst bölgelerinde sindirim, alt bölgelerinde ise emilim daha fazla gerçekleşir. İnce bağırsak yüzeyini artıran villus ve mikrovilluslar sayesinde difüzyon ve aktif taşıma ile emilme gerçekleşir. Her villusun yapısında bir kılcal damar ağı ve bir lenf kılcalı bulunur. Villus ve mikrovilluslarda emilen besinler bu damarlara geçerek vücut dolaşımına katılırlar.

Villus ve mikrovilluslardan emilen glikoz ve amino asitler kılcal kan damarlarına geçer. Buradan kapı toplardamara geçen yapı taşları karaciğere taşınır. Karaciğerden karaciğer toplardamarıyla çıkan besinler, alt ana toplardamar ile kalbe gelir ve buradan vücuda pompalanır. İnce bağırsaklarda emilen yağ asitleri ve gliseroller ise emilimin ardından burada yine yağları oluştururlar. Yağlar daha sonra kolesterol ve özel proteinler ile sarılarak **şilomikron**a dönüşür. Buradan lenf kılcalına geçen şilomikronlar lenf toplardamarına geçer ve sırasıyla karın bölgesinde bulunan lenf toplardamarlarının toplandığı peke sarnıcına, göğüs kanalı adı verilen ana lenf damarına ve buradan da sol köprücük altı toplardamarına bağlanarak kan dolaşımına geçer (Şekil 1.82).

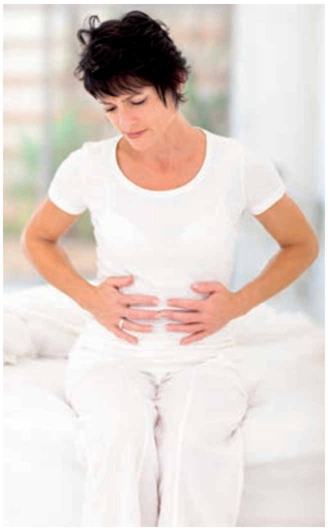

Üst ana toplardamarı
Sol köprücük altı toplardamarı
Göğüs kanalı
Alt ana toplardamarı
Peke sarnıcı
Karaciğer üstü toplardamarı
Karaciğer
Lenf düğümleri
Kapı toplardamarı
Kılcal kan damarları
Lenf kılcalları
İnce bağırsak

Şekil 1.82 Sindirilen besinlerin kana karışma yolları

Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları

Kabızlık

Dışkı, bağırsaklarda ilerlemesinin yavaşlaması sonucunda kalın bağırsakta bekleme süresi artacağından içerdiği suyu kaybeder. Bu durum dışkının atılmasını zorlaştırır (Resim 1.4). Kabızlığı önlemenin en kolay ve etkili yöntemi bol su içmek ve lifli gıdalarla beslenmektir. Lifli besinler bol su tuttuğundan dışkının sulu kalmasını sağlayacak ve dışarı atılması kolaylaşacaktır.



Resim 1.4 Kabızlık, günlük yaşamı etkileyecek kadar önemli bir problemdir.

İshal

Bağırsaklardaki dışkının içindeki suyun ve elektrolitlerin emilimlerinin normalden daha yavaş olmasından dolayı dışkının fazla sulu olarak atılmasıdır. Su kaybının yerine konulamaması durumunda özellikle çocuklarda ölüme yol açabilir. İshalin tedavisinde öncelikle mikrobik bir hastalık söz konusu ise antibiyotik kullanılarak enfeksiyon önlenmeli ve bol su içilmelidir. Çocuklarda ishal durumunda kaybedilen su ve elektrolitlerin yerine konması için hazır olarak bulunabilen rehidrasyon içeceği verilir. Rehidrasyon içeceği 1 L suyun içinde yaklaşık yarım kaşık tuz ile 8 kaşık şeker oranının karışımından oluşmaktadır.

Resim 1.5 Bazı insanlarda laktoz hassasiyeti görülür.

Laktoz Hassasiyeti

Laktoz, süt şekeri olan bir disakkarittir. Bu disakkaritin ince bağırsaklarda üretilen laktaz enzimi ile sindirildiği karbonhidrat sindirimi konusunda anlatılmıştı. Yeni doğan çocuklarda tek besin kaynağı olan süt, ilerleyen yaşlarda yeteri kadar tüketilmezse laktaz enzimi yetersiz üretilmeye başlanır. Böyle bir kişi yıllar sonra süt içmeye başlarsa sütün içindeki laktozu sindiremez ve süt içtiğinde ağrı, gaz ve karın şişkinliği ve ishal şikâyeti ile karşılaşır (Resim 1.5). Günümüzde laktoz hassasiyetine sahip insanların süt içebilmesi için piyasada satılan içine laktaz enzimi ilave edilmiş süt veya içerisinden laktozun ayrıldığı laktozsuz süt tercih edilmelidir.

Şekil 1.83 Diş plakları üzerine yerleşen bakteriler diş çürüklerine neden olur.

Diş Çürükleri

Çocuk, genç, yetişkin veya yaşlı ayırt etmeksizin her zaman ortaya çıkabilen diş çürükleri beraberinde dayanılmaz acılar getirir ve çiğneme bozukluklarına neden olur. Diş çürümesi, diş plakları üzerinde yerleşmiş olan bakterilerin dişlere zarar vermesi sonucunda ortaya çıkar. Bu bakteriler özellikle karbonhidratlı besinlerin atıklarının fazlalılığına bağlı olarak sayılarını artırır ve asit üretirler. Bu asitler dişin mine tabakasına zarar verir ve dişte bir delik açılır. Delik açıldıktan sonra ise bakteriler dişe daha hızlı yayılarak diş kaybına neden olabilir (Şekil 1.83). Diş çürüklerinde karbonhidratlı besinlerin çok yenmesinden ziyade sık yenmesi artırıcı role sahiptir.

Resim 1.6 Aftlar, ağızda oluşan küçük beyaz renkli yaralardır.

Aftlar, Ağız Mantarları

Aftlar; yanak ve dudakların iç yüzeyinde, dilde, diş etlerinde ve yumuşak damakta oluşan küçük, ağrılı ve beyaz renkli yaralardır (Resim 1.6). Nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte stres, beslenme yetersizliği, bir hastalık nedeniyle vücut direncinin azaldığı veya antibiyotik kullanımı sonucunda ağızdaki bakteri florasının bozulduğu durumlarda görülür. Özel bir tedavi gerektirmeden 10 gün içinde iyileşebilmektedir. İstenirse yumuşatıcı kremler, mantar ilacı olan antimikotik ilaçlar kullanılabilir ve enfeksiyon oluşması durumunda doktor kontrolünde antibiyotik alınabilir.

Şekil 1.84 Midenin asit salgısının artması gastrite neden olur.

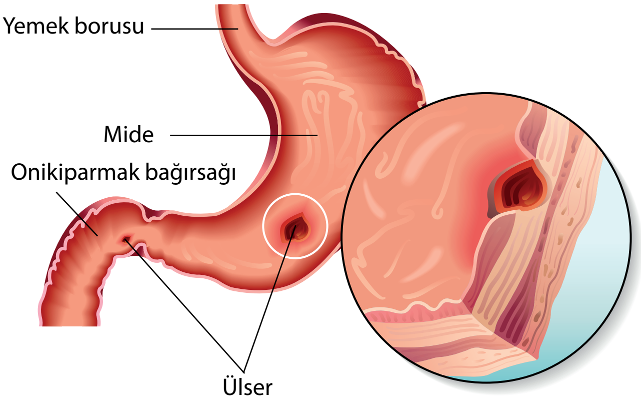
Gastrit

Mide mukozasındaki yıpranma ve zarar görme durumudur. Her yaştaki insanda görülebilmesi yanında yaşlılıkla birlikte görülme oranı artar. Midenin asit salgısının artması (Şekil 1.84), aşırı sigara ve alkol kullanımı, aspirin gibi ilaçların fazla alınması ve bakteriyel enfeksiyon gastrite yol açar. Gastrit oluşumu durumunda gastrite neden olan faktörlerden uzak durmak, antiasidik ilaçlar kullanmak ve eğer bakteri oluşumu varsa antibiyotik kullanmak gastritin iyileşmesini sağlar. Fakat gastrit önemsenmez ve önlenemez ise tahribat artar, midede yara oluşumu görülür, bu durum ülser hastalığına neden olur.

Mide mukozasının durumu endoskopi tekniği ile görüntülenebilir. Endoskopi, yemek borusundan girilen bir optik görüntüleyici ile midenin incelenmesidir. Aynı şekilde ağız, yemek borusu, onikiparmak bağırsağı ve kolonlarda iltihap, tümör veya yara oluşumu olup olmadığı da gözlenebilir.

Ülser

Ülser, mide ve onikiparmak bağırsağının mukozasındaki yara oluşması durumudur (Şekil 1.85). Ağrısı şiddetli, delici, yanıcı niteliktedir. Geceleri uykudan uyandıracak kadar şiddetli ağrılar oluşabilir. Özellikle açlık durumunda başlayan ülser ağrıları yemek yenilince geçer fakat midenin boşalmasından sonra (1-3 saat) tekrar başlar. Ülser oluşumunda en önemli faktörler asit salgısının artması, *Helicobacter pylori* (Helikobakter pilori) bakterisinin neden olduğu enfeksiyon, mukoza salgısının yetersiz olması, genetik faktörler ve strestir.



Şekil 1.85 Ülserli mide ve onikiparmak bağırsağının durumu

Helicobacter pylori bakterisi mide mukozasını yıkarak ülserleşmeye neden olur. Ülser tedavisinde en önemli iki unsur, asit salgısının azaltılması ve bakteri etkisinin azaltılması şeklindedir. Asit salgısı proton inhibitörü içeren ilaçlar ve antiasidik ilaçlar ile sağlanırken bakteri de antibiyotik tedavisi ile azaltılmaya çalışılır. Her iki tedavi ile birlikte stresten uzak durmak ve yenilen besinlere dikkat etmek önemlidir.

Kahve, alkol, turşu, aşırı baharat ülseri artıran gıdalardır. Şayet ülser tedavi edilmezse midenin delinmesine neden olur. Mide delinmesinin belirtilerinin başında ise dışkıda kan görülmesi ve kan kusmak gelir.

Araştırınız

Lifli besinler hangileridir? Bu besinlerin sindirim sistemi için yararları nelerdir?

Hemoroit

Halk arasında basur veya mayasıl olarak da bilinen hemoroit hastalığı, anüs bölgesindeki toplar damarların zaman içinde genişleyip sarkması ile oluşur. Hemoroitin belirtileri, dışkılama sırasında kan gelmesi, ağrı, kaşıntı, ıslaklık hissi ve ele gelen şişliktir. Kişinin hayat kalitesini önemli derecede düşüren hemoroitin başlıca sebepleri arasında uzun süreli oturma, kabızlık veya ishal, şişmanlık, hamilelik ve doğumlar, ağır yük kaldırma, alkol tüketimi sayılabilir. Hemoroitten korunmak için lifli gıda tüketimi artırılmalı, bol su içilmeli, kabızlıktan kaçınılmalı, alkolden uzak durulmalı, düzenli spor yapılmalı ve uzun süre oturulmamalıdır.

Sindirim Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

- Fiziksel etkinliklerde bulunmak sindirim sisteminin sağlığı için önemlidir. Düzenli egzersiz yapılması vücudun su, tuz, mineral kullanımının dengelenmesine yardımcı olur, bağırsak hareketlerini düzenler, metabolizmayı hızlandırır ve kilo alımını önler.
- Yenilen besinlerin çok sıcak ya da soğuk olmamasına dikkat edilmelidir.

Araştırınız

Asitli içeceklerin ve fast-food beslenmenin sindirim sistemi üzerindeki etkisini araştırıp sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

- Aşırı acı, baharatlı, tuzlu, ekşi, yağlı besinler tüketilmemelidir.
- Kafeinli ve asitli içeceklerden uzak durulmalıdır.
- Et ve süt ürünleri çiğ olarak tüketilmemelidir.
- Düzenli olarak lifli besinler tüketilmelidir.
- Yeterli, düzenli ve dengeli beslenilmelidir. Yemek sırasında ve yemekten sonra gerektiğinden fazla su içilmemelidir.
- Sindirime yardımcı olmak ve kabızlığı önlemek için öğün aralarında bol su içilmelidir.
- Alkol, sigara ve uyuşturucu kullanılmamalıdır.
- Tüketilen besinlerin tazeliğine ve temizliğine özen gösterilmelidir.
- Yemeklerden önce ve sonra eller yıkanmalıdır.
- Ağız ve diş sağlığına dikkat edilmeli, dişler düzenli olarak fırçalanmalıdır.
- Yiyecekler iyice çiğnenmeli ve yavaş yenmelidir.
- Sindirim sistemini yoracak kadar çok yemek yenmemelidir.
- Stres ve ruhsal gerginliklerden uzak durulmalıdır.
- Yemekten sonra vücut dinlendirilmelidir.
- Bilinçsiz ve uzun süreli antibiyotik kullanımı bağırsaklarda yaşayan faydalı bakterilerin de azalmasına neden olacağından sadece hekim kontrolünde ve uygun dozlarda antibiyotik alınmalıdır.

4. ETKİNLİK: YAĞLARIN SİNDİRİMİ

Amaç: Süt yağının pankreatik lipaz ile sindiriminin ve bu sindirime safra tuzlarının etkisinin incelenmesi

Araç Gereç: süt, fenol kırmızısı çözeltisi, taze pankreatin çözeltisi, NaOH (0.01M) çözeltisi, safra tuzu, damıtık su, tüplük, 3 deney tüpü, pipet ya da küçük mezür, damlalık, su banyosu, cam kalemi, saat

Uygulama

1. Tüpleri cam kalemiyle 1, 2, 3 şeklinde işaretleyiniz. Tüplüğe yerleştirerek her birine beşer mL süt koyunuz. Daha sonra tüplere beşer damla fenol kırmızısı çözeltisi ekleyiniz. İçindekiler iyice karışana kadar tüpleri çalkalayınız. Tüplerdeki sıvının ne renk olduğunu gözlemleyerek not ediniz.

2. Her tüpe 1,5 mL NaOH ve 5 mL damıtık su ilave edip iyice çalkalayınız. Nasıl bir renk değişimi olduğunu gözlemleyerek not ediniz.

3. Birinci test tüpüne bir tutam safra tuzu ekleyiniz.

4. İkinci tüpe 5 mL pankreatin çözeltisi ve bir tutam safra tuzu koyunuz.

5. Üçüncü tüpe ise sadece 5 mL pankreatin çözeltisi koyunuz.

6. İçindekiler karışana kadar üç tüpü de iyice çalkalayınız. Sonra tüpleri 35-40 °C arasında tutulan su banyosunun içine koyup 15-20 dakika bekleyiniz. Tüplerde renk değişikliği olup olmadığını gözleyiniz. Renk değişikliği olan tüplerde renk değişikliğinin ne kadar zamanda gerçekleştiğini not ediniz.

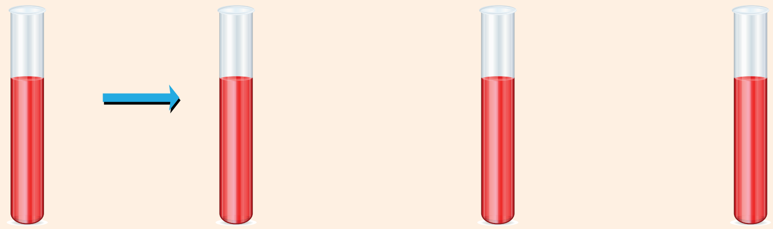
Sonuç

1. Deneyde NaOH çözeltisi neden kullanılmıştır? Açıklayınız.

2. Deneyde pankreatin çözeltisi neden kullanılmıştır? Açıklayınız.

3. Deney sonunda üç tüpten hangisi ya da hangilerinde yağların sindirimi gerçekleşmiştir? Sindirim hangi tüpte daha hızlı gerçekleşmiştir? Renk değişimi gözlemlerinizi dikkate alarak açıklayınız.

Başlangıçta üç tüpün içine de aşağıdaki maddeler konulmuştur.



	1. TÜP	2. TÜP	3. TÜP
Süt + Fenol kırmızısı + NaOH + Damıtık su	Süt + Fenol kırmızısı + NaOH + Damıtık su + Safra tuzu	Süt + Fenol kırmızısı + NaOH + Damıtık su + Pankreatin çözeltisi + Safra tuzu	Süt + Fenol kırmızısı + NaOH + Damıtık su + Pankreatin çözeltisi

Gözlem Sonucu:

....

....

....

....

....

....

....

Fenol kırmızısı asidik, bazik ve nötr ortamlara ilave edildiğinde kendi orijinal rengini değiştiren pH indikatörü boyalardan biridir. Fenol kırmızısı çözeltisi, asidik ortamda sarı-turuncu, bazik ortamda bordo-pembe renge, nötr ortamda ise kiremit kırmızısına dönüşür. Kendi orijinal rengi ise kiraz kırmızısıdır.

3. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "sindirim sistemi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. jejunum	7. tripsinojen	13. amilaz
2. nükleaz	8. villus	14. çekum
3. mine	9. kimus	15. gastrin
4. vater kabarcığı	10. dentin	16. lipaz
5. gastrit	11. epiglottis	17. kimotripsinojen
6. pulpa	12. ülser	18. duodenum

a) En dışta bulunan ve dişin taç kısmını örten parlak, sert tabakaya .... ; bu tabakanın altındaki kemik yapılı tabaka .... ; en içte bulunan, sinir ve bağ dokudan oluşan tabakaya ise .... adı verilir.

b) Pankreas öz suyunun içinde bikarbonat, karbonhidratların sindiriminde görevli .... , yağların sindiriminde görevli .... proteinlerin sindiriminde görevli .... ve .... nükleik asitlerin sindiriminde görevli .... enzimleri bulunur.

c) Mide hücrelerinden salgılanan .... , mide hücrelerini uyararak mide öz suyunun salgılanmasını sağlar.

ç) İnce bağırsağın orta kısmı olan, yaklaşık 2 m uzunluktaki bölgesine .... adı verilir.

d) Midenin asit salgısının artması, aşırı sigara ve alkol kullanımı, aspirin gibi ilaçların fazla alınması, bakteriyel enfeksiyon, stres gibi faktörlere bağlı olarak mide mukozasındaki yıpranma ve zarar görme şeklinde ortaya çıkan sindirim sistemi hastalığına .... adı verilir.

e) Kalın bağırsağın ince bağırsağa bağlanan ilk 6 cm'lik kısmına .... adı verilir.

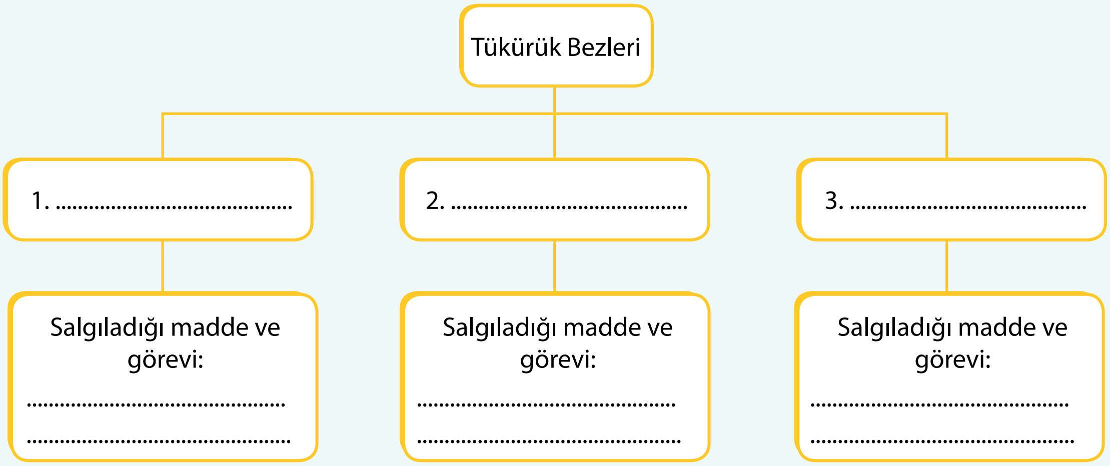
f) İnce bağırsağın iç yüzeyi emilim yüzeyini artıran, ... adı verilen kıvrımlardan oluşur.

g) Yutkunma sırasında .... , soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını önler.

ğ) Besinler midedeki asidik ortam ve midenin kasılıp gevşeme hareketleri nedeniyle yarı katı-yarı sıvı bir şekil olan .... hâline dönüşür.

h) Safra kesesinde depolanan safra, koledok kanalından onikiparmak bağırsağının .... bölgesine dökülür.

2. **Aşağıdaki diyagramda boş bırakılan yerleri tamamlayınız.**


Tükürük Bezleri
1. ....
2. ....
3. ....
Salgıladığı madde ve görevi:
....
....
Salgıladığı madde ve görevi:
....
....
Salgıladığı madde ve görevi:
....
....

3. **Karbonhidrat, protein ve yağların kimyasal sindirimi, sindirim kanalının hangi bölümlerinde gerçekleşir? Aşağıdaki tabloda "X" ile işaretleyerek gösteriniz.**

	Ağız	Mide	İnce bağırsak
Karbonhidrat			
Protein			
Yağ			

4. **İnsanda hücre içi sindirimin gerçekleştiği durumlar nelerdir? Açıklayınız.**

....

....

5. **Safranın içeriğinde neler bulunur? Açıklayınız.**

....

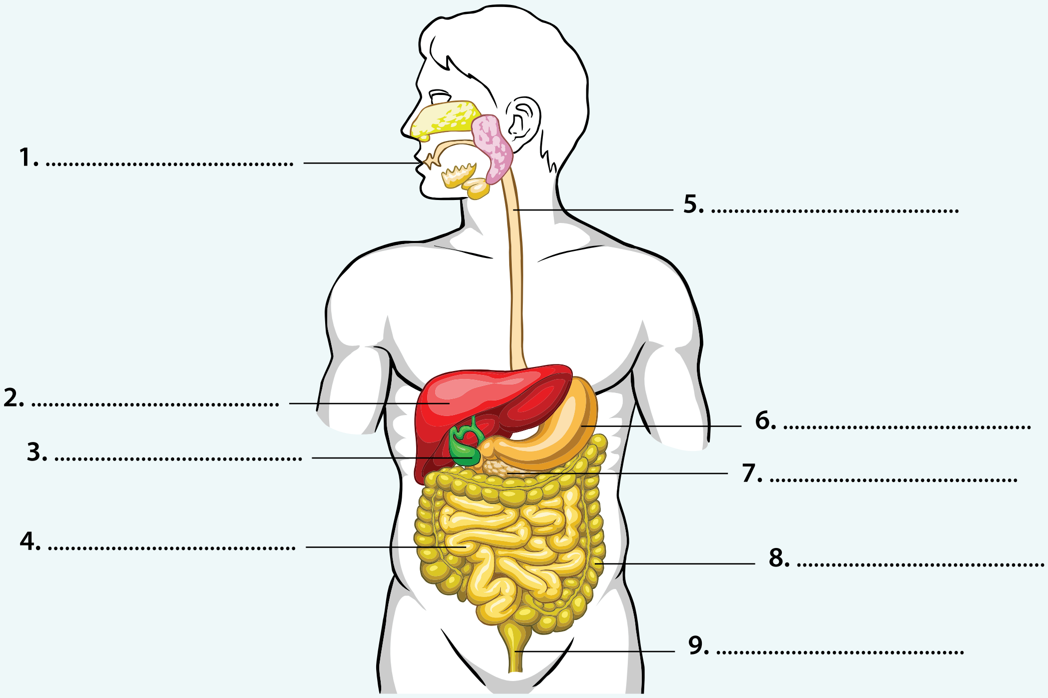
....

6. **Mide içinin pH'ının çok düşük olmasına ve içinde protein sindiren enzimlerin çalışmasına rağmen midenin bundan zarar görmemesinin sebepleri nelerdir? Açıklayınız.**

....

....

7. Aşağıda verilen insan sindirim sistemine ait şekil üzerinde boş bırakılan yerlere organların adlarını, şeklin altındaki satırlara da bu organların sindirimdeki görevini yazınız.



1. ....

....

2. ....

....

3. ....

....

4. ....

....

5. ....

....

6. ....

....

7. ....

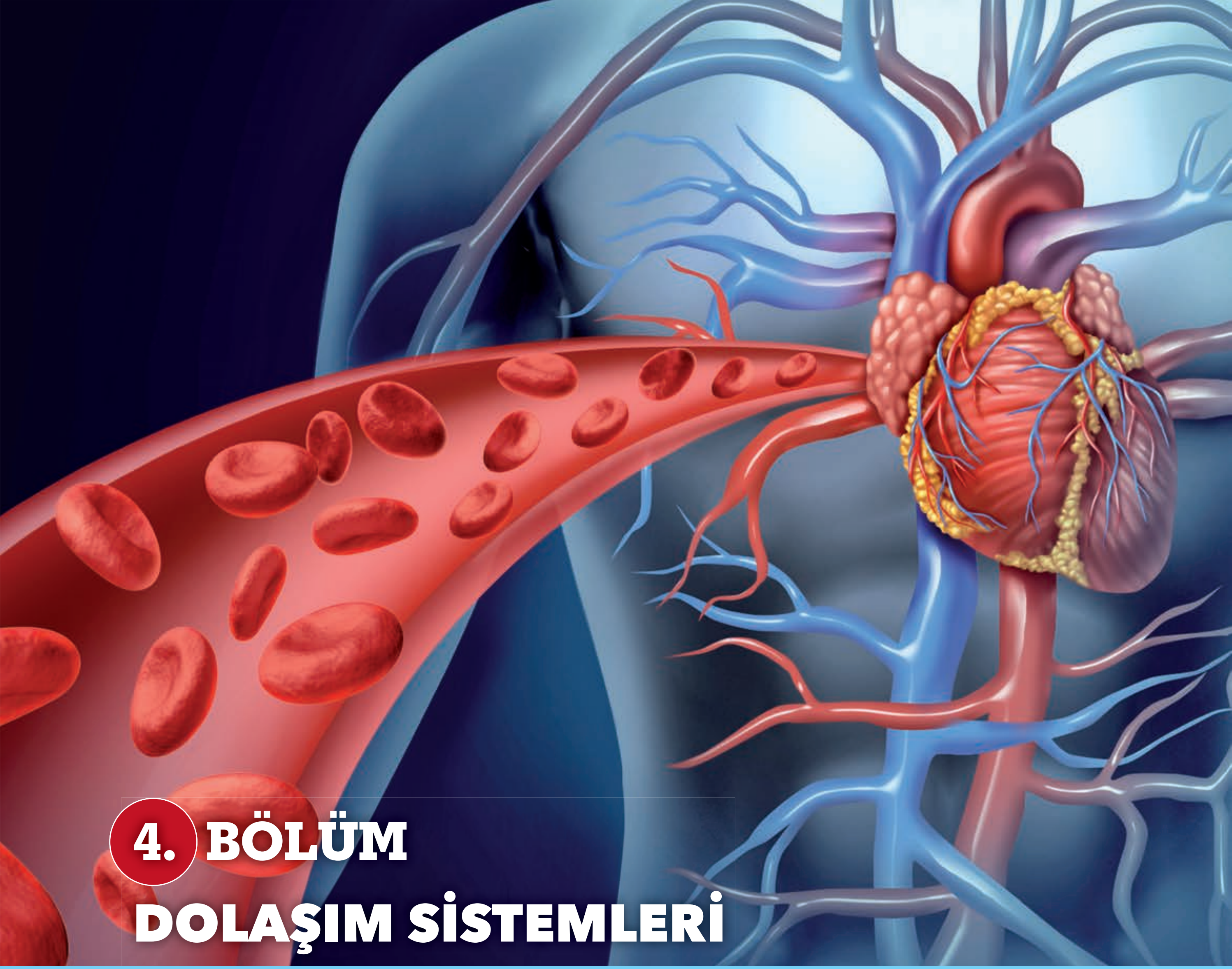
....

8. ....

....

9. ....

....



4. BÖLÜM

DOLAŞIM SİSTEMLERİ

Vücudumuzda kan ve lenf dolaşımı olmak üzere iki farklı dolaşım sistemi bulunur. İnsan vücudunda yaklaşık 5 L kan, 1,5 L kadar da lenf sıvısı vardır. Lenf sıvısı kana benzer fakat kırmızı kan hücreleri içermediğinden renksizdir. Bu nedenle akkan olarak da adlandırılır. Kalp, damarlar ve kandan oluşan kan dolaşımının temel fonksiyonu, kanın bütün vücudu belli bir basınç altında dolaşmasını sağlamaktır. Kalp tarafından pompalanan kan, vücuttaki hemen her hücreye adeta "hayat" taşır. Yaşamsal faaliyetler için gerekli enerjinin üretimini sağlayacak besin ve oksijenin hücrelere götürülmesi ve hücrelerde oluşan karbondioksit ve atık maddelerin boşaltım organlarına iletilmesi kanın vücuttaki dolaşımı yoluyla gerçekleşir. Lenf damarları, lenf düğümleri ve lenf sıvısından oluşan lenf dolaşımının temel fonksiyonları ise doku sıvısının aşırı birikmesinin engellenmesi, vücudun mikroplardan korunması ve yağların sindirim ürünlerinin taşınmasıdır.

Bu bölümde damarlarımızda dolaşan iki önemli sıvı olan kan ve lenfin vücuttaki yolculukları ana hatlarıyla ele alınacak ve dolaşım sistemlerinin sağlığını korumak için yapılması gerekenler hakkında bilgi verilecektir.

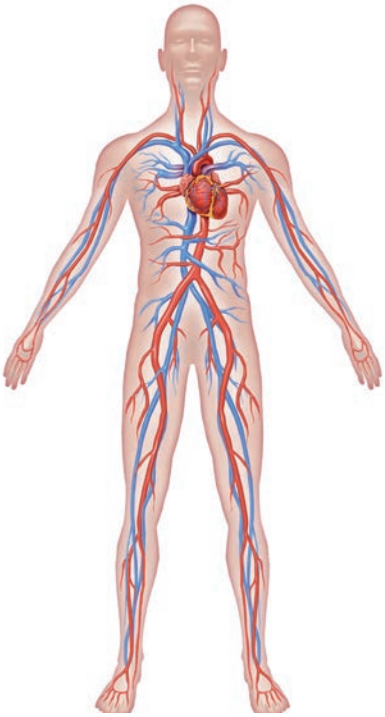
Kavramlar/Terimler

1. Alyuvar
2. Akyuvar
3. Antijen
4. Antikor
5. Aşı
6. Bağışıklık
7. Damar
8. Enfeksiyon
9. İnterferon
10. Kalp
11. Kan
12. Kan bağışı
13. Kan dolaşımı
14. Kan grubu
15. Lenf dolaşımı
16. Nabız
17. Ödem
18. Tansiyon

4. DOLAŞIM SİSTEMLERİ

Çok hücreli canlıların tek hücrelilere göre en önemli dezavantajı, hücre sayısının artmasından dolayı tüm hücrelerin dış ortamla bağlantısının olmamasıdır. Bu nedenle çok hücreli canlılar; besin, oksijen gibi maddelerin temin edilmesi ve atıkların hücrelerden uzaklaştırılması için bir sisteme ihtiyaç duyarlar. Dolaşım sisteminin görevi, hücrelerin gereksinim duyduğu maddeleri hücrelere kadar getirmek ve atık maddeleri hücrelerden alarak uzaklaştırmaktır.

İnsanda dolaşım sistemi üç temel ögeden oluşmaktadır. Bunlar maddelerin taşınmasını sağlayan **kan**, kanın tüm hücrelere kadar yayılmasını sağlayan **damarlar** ve damarlardaki kanın akışı için gerekli itici gücü bir pompa gibi sağlayan **kalp**tir (Şekil 1.86).



Şekil 1.86 İnsanda dolaşım sistemi kalp, damar ve kandan oluşur.

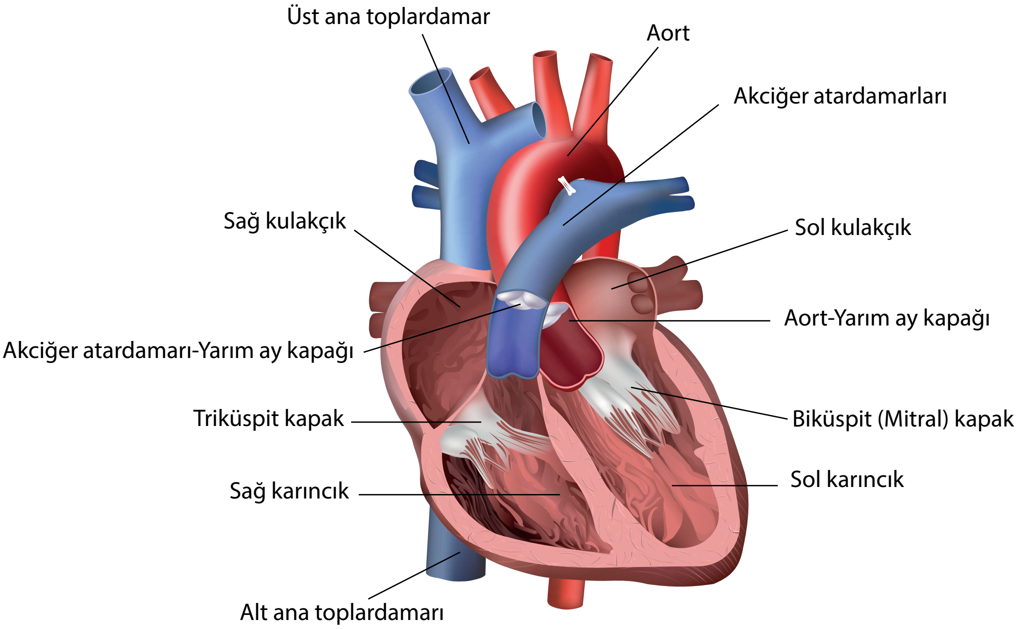
4.1. KAN DOLAŞIMI

4.1.1. KALP

Kalp, damarlar içindeki kanın vücudu dolaşması için gerekli gücü pompalama ile oluşturan organdır.

4.1.1.1. Kalbin Yapısı

Kalp, göğüs boşluğunun merkezinde, göğüs kemiğinin arkasında sol akciğere daha yakın olarak bulunur. Kalp kasından oluşan kalp, ortalama bir yumruk büyüklüğündedir ve üstte iki kulakçık, altta iki karıncık olmak üzere dört odacıktan oluşur (Şekil 1.87).


Üst ana toplardamar
Aort
Akciğer atardamarları
Sağ kulakçık
Sol kulakçık
Aort-Yarım ay kapağı
Akciğer atardamarı-Yarım ay kapağı
Triküspit kapak
Biküspit (Mitral) kapak
Sağ karıncık
Sol karıncık
Alt ana toplardamarı

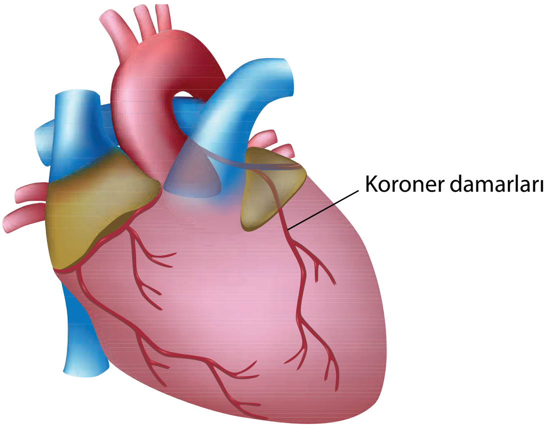
Şekil 1.87 Kalbin yapısı

Kalp, dıştan içe doğru **perikard, miyokard** ve **endokard** olarak isimlendirilen üç katlı bir yapıdan oluşmuştur. En dışta bulunan perikardın kalbi koruyucu özelliği vardır. İki tabakadan oluşan perikardın iç kısmındaki zara **epikard** adı da verilir. Perikardın iki tabakası arasında kalbin çalışmasını kolaylaştıran ve sürtünmeyi azaltan **perikard sıvısı** bulunur. Miyokard kalbin kas tabakasıdır ve kanın vücuda pompalandığı sol karıncıkta diğer odalara göre nispeten daha kalındır. En iç tabaka olan endokard ise ince epitel tabakadan oluşmuştur.

Kalbin kulakçıkları ile karıncıkları arasında tek yöne doğru açılan ve kanın tek yönlü olarak geçmesini sağlayan kapaklar bulunur. Bunlardan sağ kulakçık ile sağ karıncığın arasında bulunana **triküspit kapak**, sol kulakçık ile sol karıncık arasında bulunana ise **biküspit** veya **mitral kapak** adı verilir. Ayrıca kalpten çıkan kanı götüren aort ve akciğer atardamarlarının başlangıç kısımlarında **yarım ay (semilunar) kapakları** adı verilen tek yöne açılan kapaklar bulunur (Şekil 1.87). Bu kapaklar karıncıkların kasılmasıyla atardamarlara geçen kanın, karıncıklar gevşediğinde kalbe geri dönmesini engeller. Kapakçıkların birinde veya daha fazlasında olabilecek bir bozukluk, kalpte **üfürüm** olarak adlandırılan, kanın gitmesi gereken yönün tersine doğru geçmesi rahatsızlığına neden olabilir. Kapakçıklardaki problem doğuştan olabileceği gibi sonradan geçirilen ateşli bir hastalık veya enfeksiyon sonucunda da ortaya çıkabilir.

Kalbin sağ tarafında oksijence fakir, karbondioksitçe zengin "kirli kan", sol tarafında ise oksijence zengin, karbondioksitçe fakir "temiz kan" bulunur.

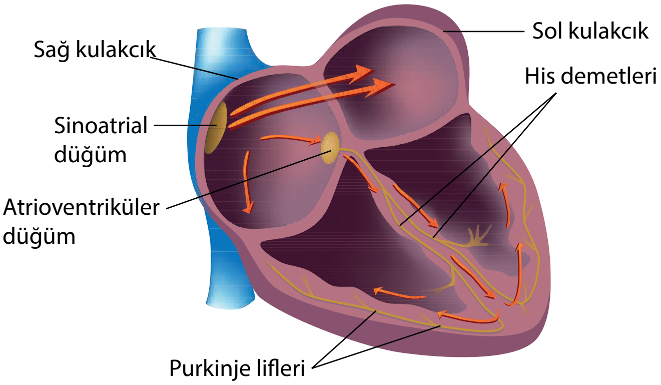
Kalp, hayat boyunca kasılıp gevşeyerek vücut hücrelerine kan pompalar fakat kalp kasının bu kasılma faaliyetleri için gerekli olan metabolik ihtiyacının karşılanması gerekir. Kalp, besin ve oksijen ihtiyacını içinde bulunan kan yoluyla karşılamaz. Kalbin sol karıncığından çıkarak vücuda kan dağıtan aort damarından dallanan **koroner damarlar** kalbe bağlanarak kalbi besler (Şekil 1.88).



Şekil 1.88 Kalbi besleyen koroner damarlar

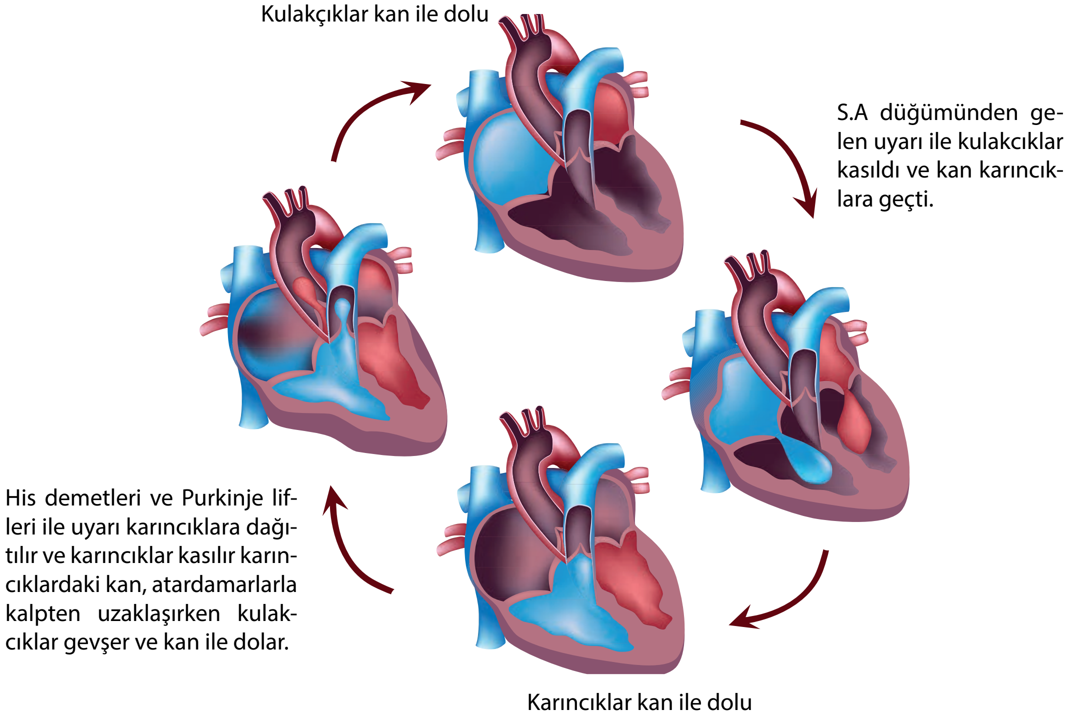
4.1.1.2. Kalbin Çalışması

Kalbin kanı vücuda pompalaması, kalp kaslarının birbirleriyle uyumlu ve ritmik bir şekilde kasılıp gevşemesiyle gerçekleştirilir. Kalbin bir odacığının gevşemesiyle o odacığa kan dolar; kasılması ile de odacıktaki kan, damarlara veya diğer odacığa aktarılır. Kalp kasının kasılmasına **sistol**, gevşemesine ise **diastol** adı verilir. Kalbin kulakçıkları aynı anda kasılırken bu sırada karıncıklar gevşer, karıncıklar kasıldığında ise kulakçıklar gevşer.


Sağ kulakcık
Sinoatrial düğüm
Atrioventriküler düğüm
Sol kulakcık
His demetleri
Purkinje lifleri

Şekil 1.89 Kalbin elektriksel kontrolünü sağlayan bölgeler

Kalp atışının düzenli ve devamlı olması çok önemlidir. Çünkü kalbin birkaç dakikalığına durması, beyni ve vücudu oksijensiz bıraktığından ölüme neden olmaktadır. Kalp, çalışması için gerekli sinirsel uyarıyı kendi kendine oluşturabilme özelliğindedir. Yani bir süreliğine merkezî sinir sisteminden ayrılan kalp, kasılma için gerekli uyarıları kendisi üreterek kasılıp gevşemeye devam edecektir. Kalbin bu şekilde kendi kendini uyarabilmesini sağlayan ve kalp kasının kasılma hızını belirleyen en önemli yapı, sağ kulakçığın üst arka duvarında bulunan **sinoatrial (SA) düğüm**dür. SA düğümü, tıpkı bir sinir hücresinin yaptığı gibi kulakçık kaslarını düzenli olarak uyararak kulakçıkların kasılmasını sağlar. Daha sonra bu uyarılar sağ ve sol karıncık arasında bulunan **atrioventriküler (AV) düğüm** adı verilen farklı bir özel dokuya gelir. Burada uyarının yaklaşık 0,10 saniye bekletilmesiyle kulakçıklardaki kan, karıncıklara aktarılmış olur. AV düğümünden çıkan uyarı, **his demetleri** ve **Purkinje lifleri** adı verilen kas lifleri ile karıncıklara dağılır (Şekil 1.89). Bu uyarı sayesinde karıncıklar kasılır; kan, sağ ve sol karıncıktan atardamarlara aktarılır. **Kalp döngüsü** adı verilen bu süreç yaklaşık 0,85 saniye sürer (Şekil 1.90). Bu sürenin yaklaşık 0,15 saniyesi kulakçıkların kasılması, 0,30 saniyesi karıncıkların kasılması, 0,40 saniyesi ise kalbin dinlenmesi ile geçer. Kalbin her kasılmasında atardamarlara bir miktar kan yollanır. Kanın damarlara basınç yapmasıyla damar çeperi bir miktar genişler. Bu genişleme el bileği, şakak gibi bölgelerde hissedilir ve bu basınç dalgalanması ile kalbin atış hızı ölçülebilir. **Nabız** adı verilen bu basınç dalgalanmaları, sağlıklı bir insanda dakikada 60-80 defa tekrarlanır.


Kulakçıklar kan ile dolu
S.A düğümünden gelen uyarı ile kulakcıklar kasıldı ve kan karıncıklara geçti.
Karıncıklar kan ile dolu
His demetleri ve Purkinje lifleri ile uyarı karıncıklara dağıtılır ve karıncıklar kasılır karıncıklardaki kan, atardamarlarla kalpten uzaklaşırken kulakçıklar gevşer ve kan ile dolar.

Şekil 1.90 Kalp döngüsü

Kalp her zaman aynı hızda çalışmaz. Bazı durumlarda hızı değişebilir. Kalbin kasılma hızını etkileyen faktörler şu şekilde özetlenebilir:

- **Adrenalin, noradrenalin ve tiroksin hormonları kalbin atış hızını artırır.**
- **Asetilkolin hormonu kalbin atış hızını azaltır.**
- **Kanda karbondioksit yoğunluğunun artması kanın pH'ını azaltır ve kalp atış hızı artar.**
- **Nikotin, kafein, tein gibi bazı kimyasallar kalp atış hızını artırır.**
- **Ateşli hastalıklarda vücut sıcaklığının 1 °C artması, kalbin atış hızını yaklaşık 10 atım/dakika artırır.**

4.1.2. KANIN VÜCUTTAKİ DOLAŞIMI

Kan vücutta iki büyük sistem hâlinde dolaşır. Bu sistemler **küçük kan dolaşımı** ve **büyük kan dolaşımı** olarak adlandırılır (Şekil 1.91).

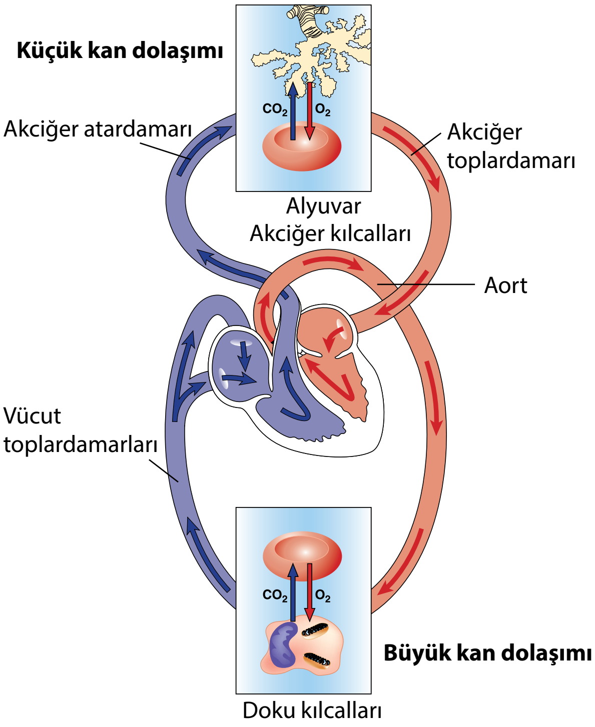
4.1.2.1. Küçük Kan Dolaşımı

Kirli (oksijence fakir) kanın kalpten çıkarak akciğerlere götürülmesi ve temizlendikten sonra tekrar kalbe geri dönmesi sürecindeki dolaşımdır.

Sağ kulakçık, akciğer hariç vücudun diğer organlarından gelen kanın alt ve üst toplardamarlarla getirildiği odacıktır. Sağ kulakçık gevşediğinde kirli kan ile dolar, kasıldığında ise içindeki kirli kan triküspit kapaktan geçerek sağ karıncığa gider. Sağ karıncığın kasılmasıyla küçük kan dolaşımı başlar, kirli kan akciğer atardamarları ile akciğere götürülür. Akciğer kılcallarında, alveollerle kan arasında madde alışverişi gerçekleşir. Kandaki karbondioksit alveollere geçerken, alveollerdeki oksijen kana geçer ve kan oksijence zengin hâle döner, yani temizlenmiş olur. Kan akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına döner.

4.1.2.2. Büyük Kan Dolaşımı

Vücut hücrelerine oksijence zengin temiz kanın atardamarlarla götürüldüğü ve vücut hücrelerinde üretilen karbondioksitin ve atıkların toplardamarlarla kalbe geri döndürüldüğü dolaşımdır.

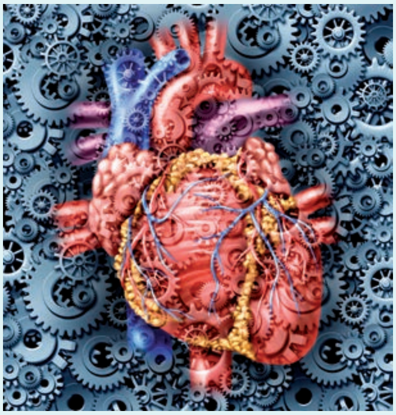


Şekil 1.91 Büyük ve küçük kan dolaşımı

Akciğerlerden temizlenmiş olarak sol kulakçığa gelen kan, sol kulakçık kasıldığında mitral kapaktan geçerek sol karıncığa iner. Sol karıncığın kasılmasıyla büyük dolaşım başlar. Sol karıncıktan çıkan aort vücut hücrelerine kan götüren ana damardır. Aort ile sol karıncıktan çıkan kan baş, kollar, iç organlar ve bacaklara kadar madde taşır. Vücut kılcal damarlarında madde alışverişi yapıldıktan sonra vücudun alt kısmından toplanan kan, alt ana toplardamarla, üst kısımdan toplanan kan ise üst ana toplardamarla kalbin sağ kulakçığına getirilir.

OKUMA METNİ

ARİTMİ (TEKLEYEN KALP)



İnsan kalbi, yumruk büyüklüğünde bir kastır. İçleri kan dolu dört odacıktan oluşur. Kalbin üst bölümünde iki kulakçık, alt bölümünde iki karıncık vardır. Kalp kası düzenli aralıklarla kasılarak oksijeni azalmış kanı akciğerlere, oksijenli kanı da vücuda pompalar. Kalbin pompa görevini sürdürebilmesi ve kan dolaşımını devam ettirebilmesi için ömür boyu ritmik şekilde kasılıp gevşemesi gerekir. Kalbin kasılması için gereken elektrokimyasal uyarı yine kalbin içinde üretilir. Kalbin sağ kulakçığında yer alan ve elektrik üreten bölgesine sinüs (sinoatrial) düğümü denir. Sinüs düğümünde başlayan elektrik uyarısı aşağı doğru yayılarak kalbin ritmik kasılmasını sağlar. Erişkin bir insanın kalbi eşit aralıklarla yani ritmik olarak dakikada 60 ile 80 arasında, günde yaklaşık 100.000 kez atar. Egzersiz sırasında ve stres altında kalındığında kalp atım hızı 100'ün üzerine çıkabilir. Kalp atışları arasındaki sürenin düzensizleşmesi, yani kalp ritminin bozulmasına **aritmi** denir.

Aritmi sırasında kalp hızı normal olabileceği gibi 60'ın altında (bradikardi) veya 100'ün üzerinde (taşikardi) olabilir. Kalp damarlarındaki tıkanıklıklar ve kalp kasındaki değişiklikler aritmiye sıklıkla yol açan durumlardır. Kalbin jeneratörü konumunda olan sinüs düğümündeki işlevsel bir bozukluk nedeniyle düzenli sinyal oluşmaması veya burada üretilen sinyallerin kalbin alt tarafındaki karıncıklara iletilememesi (AV blok) en sık karşılaşılan ritim bozukluğu nedenleridir. Sinüs düğümündeki sinyal üretiminin bozulmasına hasta sinüs sendromu denir. Bu hastalıkta, elektrik sinyalinin oluşmamasına bağlı olarak ani kalp durması ve ölüm görülebilir. AV blok denilen sinyal ileti mekanizmasındaki bozuklukta da kalp ritmi düzensizleşir ve vücudun ihtiyacını karşılayacak kan dolaşımı sağlanamaz. Kulakçık ve karıncıklar arasındaki sinyal iletimi tam olarak kaybolduğunda (tam AV blok) kalpteki başka elektrik merkezleri, yaşamsal işlevlerin devamlılığını sağlamak için yavaş bir yardımcı ritim üretir. Aritmi sırasında, kalbin düzensiz kasılmasına bağlı olarak vücudun ihtiyacını karşılayacak kadar kan pompalanamaz ve organlarda işlevsel kayıplar oluşabilir. Ritim bozuklukları kalp içinde pıhtı oluşmasına ve bu pıhtıların yerinden kopup akciğer ve beyin gibi organlara giderek hayati sorunlar doğurmasına yol açabilir. Vücudun oksijen ihtiyacının yeterince karşılanamaması durumunda baş dönmesi, göğüste rahatsızlık hissi, hâlsizlik ve bayılma gibi şikâyetler görülebilir.

Aritmi tedavisinde kalp ritmini düzenleyen çeşitli ilaçlar kullanılır. Bu ilaçların faydalı olmadığı durumlarda hastaya kısa süreli elektrik şoku (kardiyoversiyon) uygulanabilir. Kalpte düzensiz elektrik sinyalleri oluşturan ve buna bağlı aritmiye yol açan bölgeye, yüksek frekanslı elektrik enerjisi verilmesi diğer bir tedavi seçeneğidir. Bu tedavide, düzensiz sinyal üreten bölge elektrik uyarısıyla baskılanarak o bölgedeki sinyal üretimi durdurulur.

Kalp ritmini normale çevirmek için dış elektrik kaynağından kalbe sinyaller gönderilmesi, ritmin düzenlenmesinde hayli etkin bir tedavi şeklidir. Kalp pili denilen elektrik kaynağı ve bunu kalbe taşıyan kablolar (elektrotlar) sayesinde kalp kası düzenli olarak uyarılarak kalbin istenilen sayıda atması sağlanır. Kalp pilleri, acil durumlarda devreye girmek üzere geçici olarak kullanılabileceği gibi, uzun süreli tedavi amacıyla kalıcı olarak da yerleştirilebilir. Cilt altına yerleştirilen kalp pilinin kalbe gönderdiği elektrik sinyallerinin sayısı, vücudun değişen ihtiyacına göre otomatik olarak belirlenir. Yürüme ve egzersiz gibi etkinlikler sırasında kan basıncı ve organların oksijen ihtiyacı artar. Bunu algılayan kalp pili, uyarı sayısını artırarak kalbi hızlandırır. Kuvvetli elektrik alanları oluşturan cihazlar, yüksek gerilim hatları, radyo, televizyon ve telefon için kurulan yayın tesisleri kalp pilleriyle etkileşime girecek düzeyde elektromanyetik sinyaller oluşturur. Bu nedenle kalp pili taşıyan kişilerin bu tür cihazlara ve tesislere yaklaşmaları sakıncalı olabilir. Kalp pillerinin ömrü 5-10 yıldır. Belirli aralıklarla pil kontrol edilir ve gerektiğinde değiştirilir.

Ferda Şenel
Bilim ve Teknik, Aralık 2012

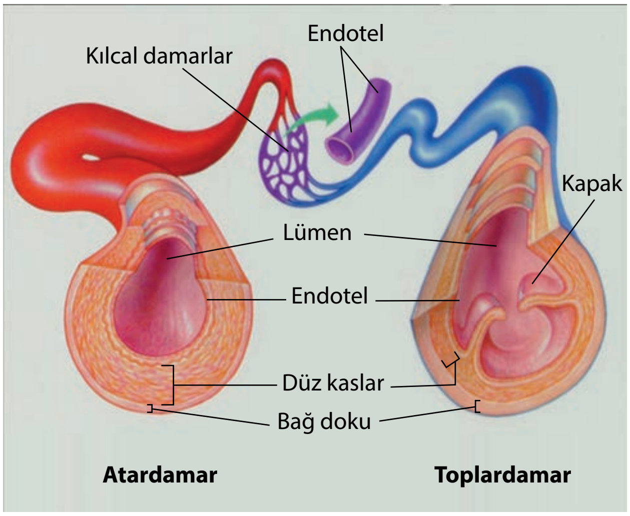
4.1.3. KAN DAMARLARI

Dolaşım sisteminin merkezinde kalp bulunmasına rağmen kanın tüm vücut hücrelerine kadar iletilebilmesi damarlar sayesinde gerçekleşir.

Vücutta üç çeşit damar bulunur. Bunlar **atardamar, kılcal damar** ve **toplardamar**dır (Şekil 1.92).

4.1.3.1. Atardamarlar

Kalpten çıkan kanı taşıyan damarlardır. Akciğer atardamarı hariç vücuttaki tüm atardamarlar oksijence zengin kan taşır. Atardamarlar kan götürdüğü organa göre isimlendirilirler (Örneğin; akciğer atardamarı, böbrek atardamarı...).



Şekil 1.92 Atardamar, kılcal damar ve toplardamarın yapısı

Atardamarlar üç tabakalı bir yapıya sahiptir. En dışta kolajen ve elastik liflerden oluşan **bağ doku**, ortada elastik lifler de içeren **düz kaslar** ve en içte tek katlı yassı epitel dokudan oluşan **endotel** bulunur.

Atardamarlarda kan basıncı diğer damarlara oranla daha yüksektir. Bu basınçtan dolayı zarar görmemesi için düz kas tabakasında bol miktarda elastik lif bulunur.

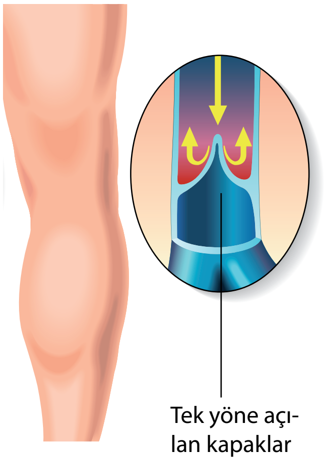
4.1.3.2. Kılcal Damarlar

Kılcal damarlar atardamarlar ile toplardamarlar arasında bulunur. Genellikle tek katlı endotel tabakadan oluşan kılcal damarlar madde alışverişinin gerçekleştiği yerlerdir. Vücuttaki damarların büyük bir çoğunluğu kılcal damarlardan oluşur. Tek bir kılcal damarın kesiti atardamar ve toplardamardan dar olmasına rağmen, kılcal damarların toplam kesit alanı atar ve toplardamarlardan fazladır. Bu sebepten dolayı kılcal damarlarda kanın akış hızı azalır.

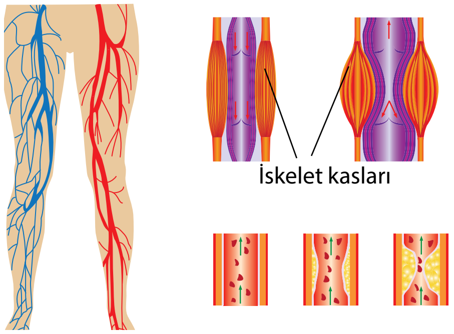
4.1.3.3. Toplardamarlar

Kanı kalbe geri götüren damarlardır. Akciğer toplardamarı hariç vücuttaki tüm toplardamarlar kirli kan taşır. Yapısı atardamarlarınkine benzemesine rağmen yapısındaki elastik lifler daha azdır, düz kas tabakası daha incedir. Vücutta kalbin alt seviyesindeki kan, toplardamarlarda yer çekimine zıt yönde hareket ettiğinden bu hareketi kolaylaştıracak faktörlere ihtiyaç duyulur. Toplardamardaki kanın kalbe geri dönüşünde etkili faktörler şunlardır:

- Toplardamarların yapısındaki tek yöne açılan kapaklar (Şekil 1.93)
- İskelet kaslarının kasılıp gevşemesi sırasında kasların baskı yaparak damarları sıkıştırması (Şekil 1.94)
- Kulakçıkların gevşemesi sırasında oluşan emme basıncı
- Nefes alıp verme sırasında oluşan göğüs kafesindeki basınç değişiklikleri
- Atar ve kılcal damarların içindeki kanın itme basıncı



Şekil 1.93 Toplardamarın yapısındaki tek yöne açılan kapaklar, kanın kalbe dönüşünü kolaylaştırır.



Şekil 1.94 İskelet kaslarının kasılıp damarları sıkıştırmasıyla kanın kalbe doğru hareketi sağlanır.

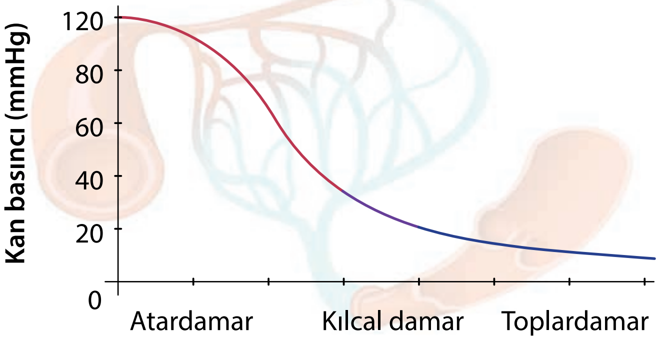
Bunu biliyor musunuz?

Vücuttaki damarlar uç uca eklense yaklaşık 100 bin km'lik bir uzunluk ortaya çıkar.

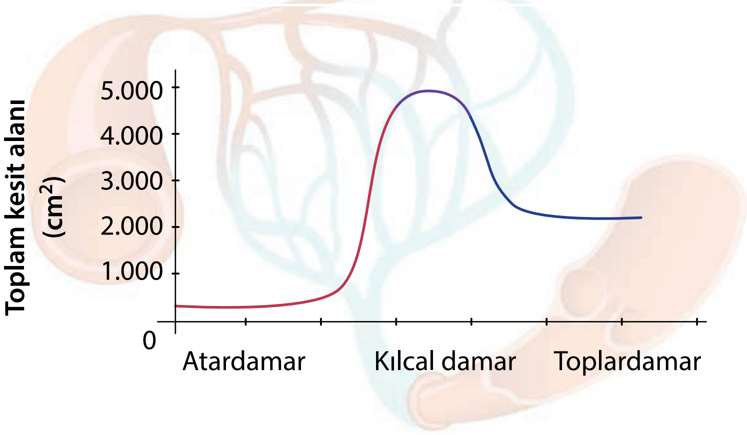
Aktümsek, A. (2010). Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım.

Aşağıda atardamar, kılcal damar ve toplardamarların kan basıncı, toplam kesit alanı ve kanın akış hızına ilişkin olarak verilen grafikleri inceleyiniz (Grafik 1.2, Grafik 1.3, Grafik 1.4).

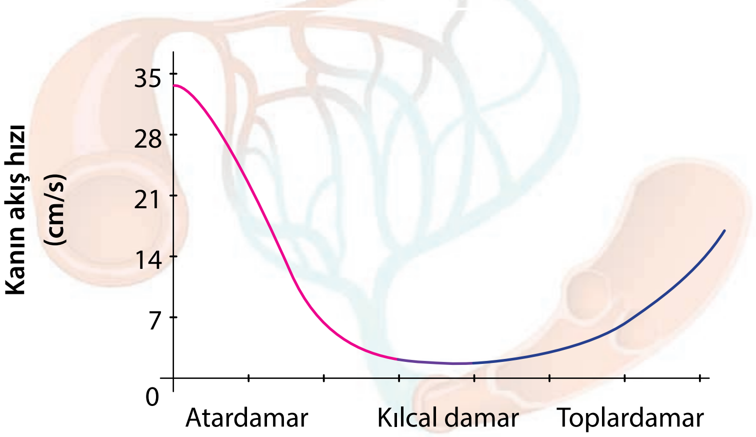
Grafik 1.2 Damarlardaki Kan Basıncı



Grafik 1.3 Damarların Vücuttaki Toplam Kesit Alanı



Grafik 1.4 Damarlardaki Kanın Akış Hızı



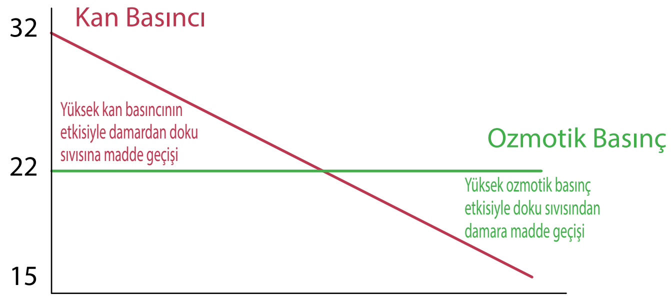
Kılcal Damarda Madde Alışverişi (Starling Hipotezi)

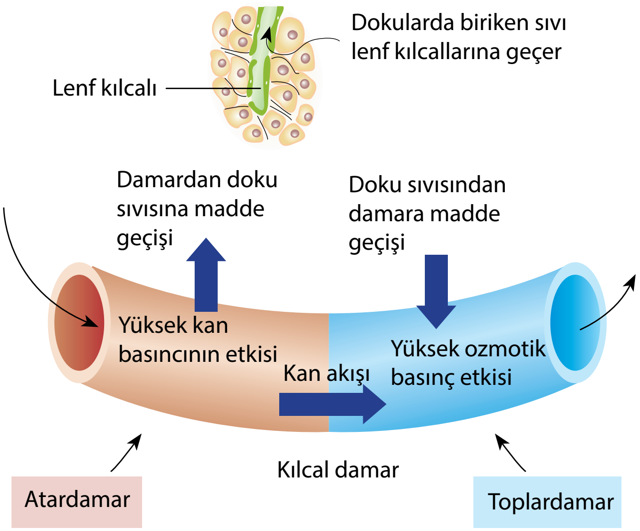
Kılcal damarlar tüm vücuda bir ağ gibi dağılan ve her birinin çapı çok az olmasına rağmen toplam kesit alanı yukarıdaki grafiklerde görüldüğü gibi diğer damarlardan fazla olan damarlardır. Bu nedenle kılcal damarlarda kanın akış hızı en düşük noktaya iner. Hücrelerin içinde bulunduğu doku sıvısı ile kan arasındaki madde alışverişi kılcal damarlarda gerçekleşir. Kılcal damarların atardamar ucunda kan basıncı en yüksek seviyedir (yaklaşık 32 mmHg). Bu kan basıncı, kanın içindeki küçük moleküllerin damardan doku sıvısına geçmelerini sağlar. Aynı zamanda kılcal damarda bulunan ve hücre zarından geçemeyen plazma proteini gibi bazı büyük moleküller de kılcal damarın her noktasında sabit olan bir ozmotik basınç yaratır (yaklaşık 22 mmHg). Bu ozmotik basınç ise doku sıvısının içindeki maddelerin emme kuvveti ile kana geçmesini sağlamaktadır. Kan basıncı ile ozmotik basınç farkından dolayı kılcal damarın atardamar ucunda madde geçişi, damardan doku sıvısına doğru gerçekleşir. Toplardamar ucuna gidildikçe kaybedilen sıvının etkisi ile kan basıncı azalır; önce ozmotik basınç ile aynı seviyeye gelir ve toplardamar ucuna gidildikçe ozmotik basıncın altına

Araştırınız

Analoji, açıklanmak istenen bir kavram ya da olayın bilinen başka bir kavram ya da olaya benzetilerek ifade edilmesidir. Örneğin göz, fotoğraf makinesine benzetilebilir. Bu benzetmede gözdeki retina makinenin film kısmına, iris ise diyaframa karşılık gelmektedir. Siz de dolaşım sistemiyle ilgili kavram ve olaylara ilişkin analoji örnekleri üzerinde düşününüz. Bulduğunuz analoji örneklerini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Grafik 1.5 Kılcal Damar ile Doku Sıvısı Arasındaki Madde Alışverişi Sırasında Kan Basıncı ve Ozmotik Basınç




Dokularda biriken sıvı lenf kılcallarına geçer
Lenf kılcalı
Damardan doku sıvısına madde geçişi
Doku sıvısından damara madde geçişi
Yüksek kan basıncının etkisi
Yüksek ozmotik basınç etkisi
Kan akışı
Kılcal damar
Atardamar
Toplardamar

Şekil 1.95 Kılcal damar ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi

(yaklaşık 15 mmHg) düşer (Grafik 1.5). Bu durumda ise ozmotik basıncın etkisiyle doku sıvısından kılcal damarlara madde geçişi olur. Kan basıncının etkisiyle damardan doku sıvısına geçen su ve maddeler, doku sıvısından damara geçen su ve maddelerden fazladır. Bu durumda kan, su ve madde kaybeder, kanın hacmi azalır; doku sıvılarındaki su ve madde miktarı artar. Artan su ve maddeler kılcal lenf damarlarına geçer ve lenf dolaşımı ile tekrar kan dolaşımına katılır; kanın hacimce azalması engellenmiş olur (Şekil 1.95).

Doku sıvısının artması olayına **ödem** denir. Ödemin çeşitli sebepleri vardır:

- Kılcal lenf damarları tıkanırsa doku sıvısında artan su ve maddeler tekrar kan dolaşımına katılamaz ve ödem oluşumu görülür.
- Kan basıncının yüksek olması ve düşmemesi, damarlardan doku sıvısına daha fazla madde geçişine neden olur ve ödem oluşur.
- Kanın ozmotik basıncının normalden düşük olması, doku sıvısından kana madde geçişinin yeterli miktarda olmasını engeller ve ödem oluşumuna neden olur.
- Doku sıvısının ozmotik basıncının artması (sürekli çok tuzlu besinlerle beslenmek) doku sıvısındaki suyun tutulmasına ve kılcal lenf damarlarına geçmesini engellemeye neden olur ve ödem oluşur.

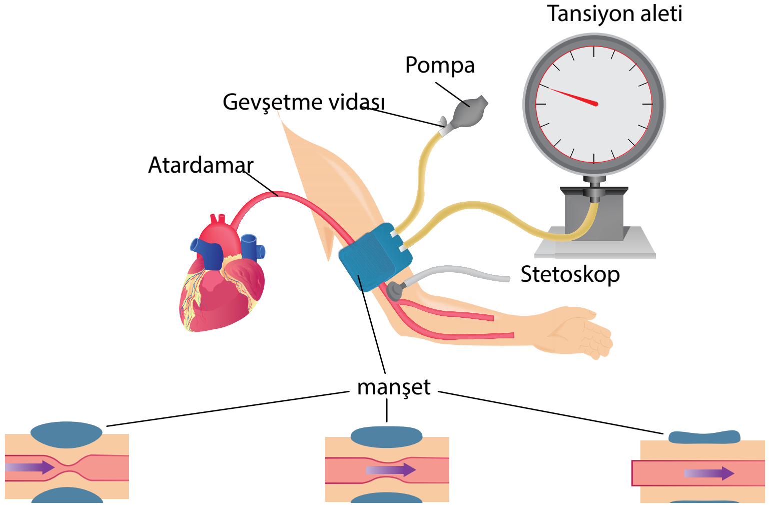
Araştırınız

Fil hastalığı nasıl bir hastalıktır? Hastalığın nedenlerini ve tedavi sürecini araştırınız.

Tansiyon

Damarlardaki kanın damar çeperine yaptığı basınca **tansiyon** denir. Karıncıkların kasılmasıyla damarlardaki basınç artar. Karıncıkların kasılmasıyla damarlarda oluşan en yüksek basınca **büyük tansiyon**, karıncıkların gevşemesiyle damarlarda oluşan en düşük basınca ise **küçük tansiyon** adı verilir.

Tansiyon sfigmomanometre adı verilen alet ve stetoskop ile ölçülür. Tansiyonu ölçülecek kişi oturur vaziyette iken kolu biraz sarkık vaziyette ve bir desteğin üzerinde hareketsiz tutulur. Sfigmomanometrenin manşet adı verilen kısmı dirseğin 2-3 cm üzerine yerleştirilir, altına stetoskop konur ve bir pompa ile manşet şişirilir. Bu sırada sfigmomanometrenin göstergesindeki basınç değeri kontrol edilir, tahmin edilenin biraz üstüne kadar gelmesi sağlanır. Bu durumda oluşan basınçtan dolayı kanın kolda akması engellenmiş olur. Daha sonra pompanın hava salma vidası saniyede 2-3 çizgi azalacak şekilde yavaşça gevşetilir ve stetoskoptan ses gelmesi beklenir. Duyulan ilk ses, büyük tansiyon değerini verir. Bu basınç seviyesinde kan damardan akmaya başlamıştır. Vida gevşemeye devam ettirildiğinde sesin son duyulduğu değer ise küçük tansiyondur. Artık iyice gevşeyen damarda kan serbestçe akmaya başladığından ses duyulamaz (Şekil 1.96). Normal bir insanda büyük tansiyon (sistolik basınç) 120-140 mmHg, küçük tansiyon (diastolik basınç) 70-90 mmHg'dir.



Oluşan basınç etkisiyle damarda kan akışı kesilir.

Stetoskopta duyulan ilk ses kanın akmaya başladığı basınç değeri olan büyük tansiyon değeridir.

Stetoskopta duyulan son ses değeri küçük tansiyondur.

Şekil 1.96 Tansiyonun ölçülmesi

4.1.4. KAN

Dolaşım sıvısı olan kan, yetişkin bir erkekte yaklaşık 5-6 litre, kadında ise 4-5 litre kadardır. Sudan daha yoğun olan kanın özgül ağırlığı ise yaklaşık 1,05 g/mL'dir. Kanın pH' ı çok sınırlı bir aralıkta tutulur ve ortalama 7,4'tür. Kan pH'ındaki değişiklikler ölüme neden olabilir. Vücut sıcaklığından biraz daha fazla yüksek olan kanın sıcaklığı 38 °C'dir. Kanın vücutta birçok görevi vardır. Bunları şu başlıklar altında özetleyebiliriz:

Taşıma görevi: Oksijen, karbondioksit, besin, hormon ve metabolik artıkları taşır.

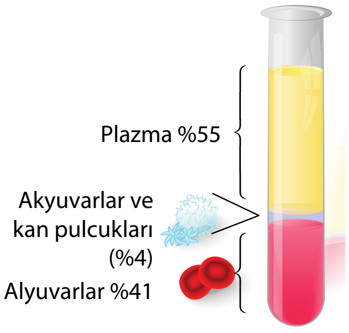
Düzenleme görevi: Vücudun su, elektrolit ve pH dengesini ayarlar. Vücut sıcaklığının sabit kalmasını sağlar.

Savunma görevi: Vücudu mikroplardan ve hastalıklardan korur.

Koruma görevi: Yaralanan ve hasar gören damarlardan ortaya çıkabilecek kan kaybını pıhtılaşma mekanizması ile engeller.

4.1.4.1. Kanın Yapısı

Kan, santrifüj edilecek olursa yaklaşık %45'inin kan hücrelerinden (alyuvar, akyuvar ve kan pulcukları) ve yaklaşık %55'inin hücrelerin içinde bulunduğu plazmadan oluştuğu görülür (Şekil 1.97).



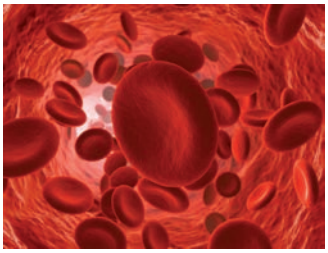
Şekil 1.97 Kanın içeriği

Kan Plazması

Hücrelerin içinde bulunduğu plazmanın büyük bir kısmı (%90) sudur. Hücrelerin ve dokuların su ihtiyacı plazmadan karşılanır. Plazma suyun dışında albumin, globulin, fibrinojen, antikor gibi plazma proteinleri (%7), geri kalan kısımda ise besin maddeleri, metabolik artıklar, oksijen ve karbondioksit, bazı mineraller, iyonlar ve elektrolitler içerir. Eğer plazma içindeki fibrinojen gibi proteinler plazmadan ayrılırsa **kan serumu** elde edilir.

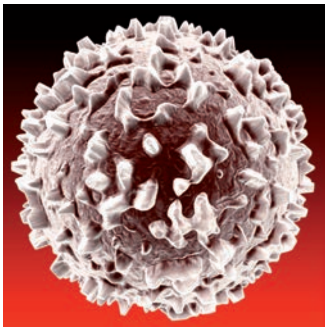
Kan Hücreleri

Kanda üç çeşit hücre bulunur. Bunlar alyuvar (eritrosit), akyuvar (lökosit) ve kan pulcuğudur (trombosit).


Şekil 1.98 Olgunlaşan alyuvarlar çekirdek ve organellerini kaybederler. (Mikroskop görüntüsü, büyütme oranı: x 150 000)

Alyuvarlar (Eritrositler, Kırmızı Kan Hücreleri)

Kan hücrelerinin %99'undan fazlası alyuvarlardan oluşur. 1 mm^3 kanda erkeklerde yaklaşık 5-6 milyon, kadınlarda ise 4-5 milyon alyuvar bulunur. Vücutta ise yaklaşık 25 trilyon alyuvar hücresi bulunur. Disk şeklinde olan alyuvarlar, kırmızı kemik iliğinde üretildikten birkaç gün sonra çekirdeklerini ve diğer organellerini kaybederler (Şekil 1.98). Bunun sebebi daha fazla oksijen taşıyabilmektir. Alyuvarların sitoplazmasında **hemoglobin** adı verilen ve yapısında demir olan, oksijen taşımaya yarayan protein bulunur. Alyuvarlar, çekirdek ve organelleri olmadığından diğer hücrelere oranla daha az yaşarlar; ömürleri yaklaşık 120 gün kadardır. Daha önce sindirim sistemi konusunda da anlatıldığı gibi yaşlanan hücreler karaciğerin kupfer hücrelerinde parçalanmaktadır. Ayrıca olgun alyuvarların mitokondrileri olmadığından oksijenli solunum yapamazlar, anaerobik yolla enerji üretirler.


Şekil 1.99 Akyuvarın yapısı (Mikroskop görüntüsü, büyütme oranı: x 10 000)

Akyuvarlar (Lökositler, Beyaz Kan Hücreleri)

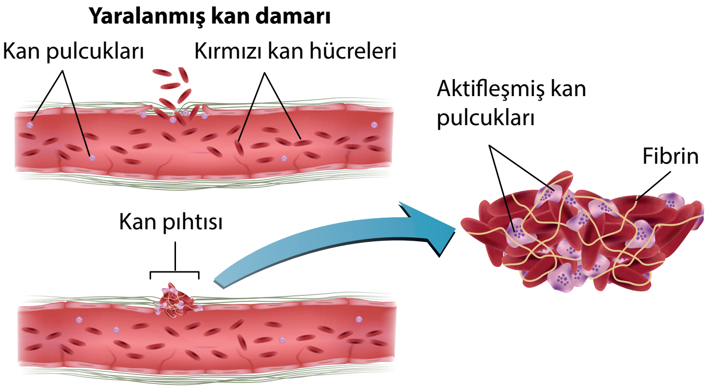
Yetişkin bir insanda 1 mm^3 kanda yaklaşık 4-11 bin kadar bulunan akyuvarlar çocuklarda ve yeni doğanlarda daha fazla olabilir (Şekil 1.99). Vücuda giren mikroorganizmalara karşı koruyucu görevdedirler. Çekirdekleri ve organelleri bulunan akyuvarlar protein sentezleyebilirler, anabolik ve katabolik reaksiyonları gerçekleştirebilirler. Enfeksiyon durumlarında akyuvar sayısı artar. Bazı akyuvar çeşitleri alyuvarlar gibi kemik iliğinde üretilirken bazıları lenf düğümleri, dalak ve bademcik gibi lenf dokularında üretilir. Vücutta farklı çeşitte ve görevde akyuvarlar bulunur. Bunlardan **B Lenfositler,** kemik iliğinde olgunlaşırlar; salgıladıkları antikorlar ile bağışıklık sağlar ve bakteri, virüs gibi hastalık yapıcıları etkisiz hâle getirirler. **T Lenfositler,** timüs bezinde olgunlaşır ve mikroplara doğrudan saldırarak vücudu savunurlar.

Kan Pulcukları (Trombositler)

1 mm^3 kanda ortalama 350 bin adet bulunan kan pulcukları renksiz ve çekirdeksizdir. Hücreden çok hücre parçacıkları şeklinde olan kan

pulcukları için yassı disk anlamına gelen *platelet* kelimesi de kullanılır. Yaklaşık 5-12 günlük kısa bir ömre sahip olan kan pulcuklarının görevi kanın pıhtılaşmasını sağlamaktır.

Kanın pıhtılaşması: Bir yerimiz kesildiğinde kan akışı kesilmezse kan kaybı tehlikeli sonuçlar oluşturabilir. Bu yüzden kan kaybının engellenmesi gerekir. Kesilen bir yerde ilk olarak kan pulcukları birikmeye başlar ve birleşip kümeleşerek bir tıkaç oluştururlar. Bu tıkaç yaralanmadan sonraki 15 saniye içinde oluşmaya başlar. Bir süre sonra kanın plazmasında bulunan fibrinojen proteinleri, fibrin ipliklerine dönüşmeye başlar. Fibrin iplikleri ve kan pulcukları birlikte kanın damardan çıkmasını engelleyen pıhtıyı oluştururlar (Şekil 1.100).



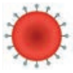
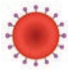
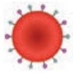
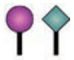
Şekil 1.100 Kanın pıhtılaşması

4.1.4.2. Kan Grupları

Kan kaybından ölümleri engellemek için yapılan kan nakil çalışmalarının başarısızlıkla sonuçlanması ile 1900 yılında Karl Landsteiner (Karl Landstayner, 1868-1943) tarafından farklı kan gruplarının varlığı ispatlanmıştır. İnsanların alyuvarlarının antijen özelliklerine sahip olduğu ve bu yüzden kan nakilleri sonucunda bazı uyuşmazlıklar ve çökelme sonucunda ölümler meydana geldiği anlaşılmıştır. Bugün insan kanında 100 kadar antijen tipi olduğu bilinmesine rağmen en sık karşılaşılanlar **A-B-0 ve Rh** sistemleridir.

A-B-0 sisteminde alyuvar hücre zarında bulunan antijen ve plazmada bulunan antikorlar dikkate alınır. Örneğin A kan grubu bir insanın alyuvarlarında A antijeni bulunurken plazmasında Anti-B antikoru bulunur. Aynı şekilde B kan grubu bir insanın alyuvarlarında B antijeni, plazmasında ise Anti-A antikoru vardır. AB kan grubu insanda alyuvarlarda hem A hem de B antijeni bulunurken plazmasında antikor bulunmaz. 0 kan grubu kanda ise antijen bulunmaz, plazmada hem Anti-A hem de Anti-B antikorları bulunur (Tablo 1.4).

Tablo 1.4 Kan Gruplarına Göre Antijen ve Antikorlar

A-B-0 KAN GRUBU SİSTEMLERİ				
	A	B	AB	0
Alyuvar Tipi				
Antijen	 A antijeni	 B antijeni	 A ve B antijenleri	YOK
Antikor	 Anti-B	 Anti-A	YOK	 Anti-A ve Anti B

Bu grupların belirlenmesinden sonra Rh sistemi adı verilen ilk defa *Rhesus* (Rezus) maymunlarında belirlenen bir sistem daha bulunmuştur. Rh (D) antijeni bulundurma Rh(+) , bulundurmama ise Rh(–) olarak gösterilir. Rh bulundurma baskın bir özellik olduğundan dünyada Rh(+) kişi sayısı daha fazladır.

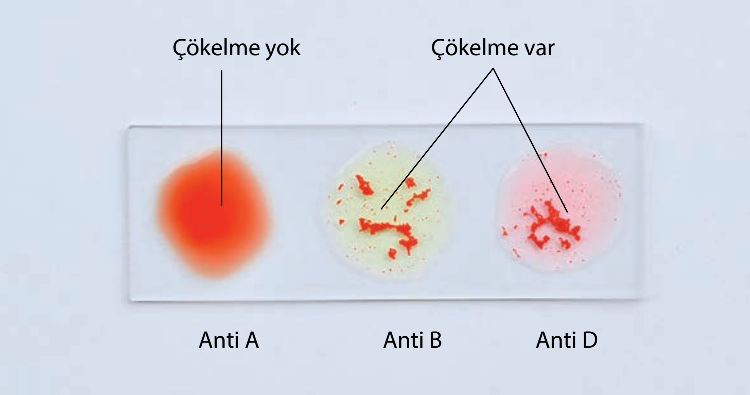
Bunu biliyor musunuz?

Dünya genelinde insanların %45'i 0, %42'si A, %10'u B ve %3'ü de AB kan grubuna sahiptir. Ayrıca insanların %85'inin kanı Rh(+), %15'ininki ise Rh(–)'dir.

Güneş, T. (2006). Genel Biyoloji. Anı Yayıncılık.

Kan Gruplarının Belirlenmesi

Parmak ucundan alınan az miktarda kan, bir lam üzerine üç farklı damla şeklinde bırakılıp bu damlaların birinin üzerine Anti-A, diğerine Anti-B, bir diğerine Anti-D (Rh) damlatıldıktan sonra bir süre beklenir ve çökelmelere bakılır. Antikorun damlatıldığı kanda çökelme var ise testi yapılan kanda o antijenin bulunduğu ispatlanmış olur. Örneğin Şekil 1.101'de kan grubu testi yapılan bireyin test sonucuna bakıldığında B Rh(+) olduğu gözlemlenebilir.



Şekil 1.101 İncelenen kanda Anti-B ve Anti-D serumları damlatıldığında çökelme olduğundan kan grubu B Rh(+)'dır.

Kan Nakillerinde Uyuşmazlık

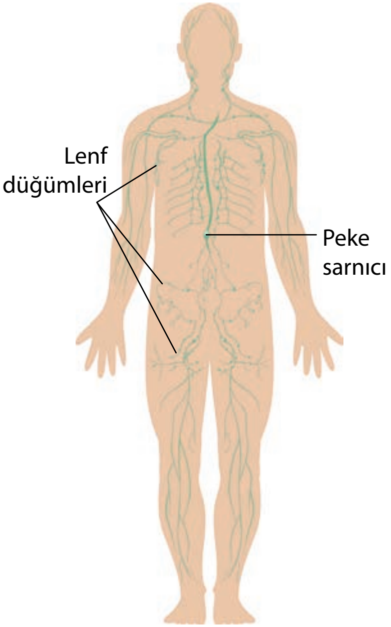
A kan grubundaki bir insana B grubu kan verilecek olursa antijenler antikorlar tarafından parçalanacak ve çökelmeye neden olacaktır. Çökelme öncelikle kılcal damarları tıkar, daha sonra ya hücre yapısının bozulması ya da akyuvarların fagositozu sonucunda hemoglobin plazmaya dağılır. Hemoglobin fagositoz yapan hücreler tarafından parçalanır ve bilirubin açığa çıkar. Artan bilirubin sonucunda ise sarılık ortaya çıkar. Yanlış kan nakillerinde ölümlerin en önemli sebebi akut böbrek yetmezliğidir. Alyuvarların azalmasından dolayı ortaya çıkan dolaşım şoku, böbrek damarlarında daralmaya neden olan toksik maddelerin salınması ve fazla hemoglobinin böbrek damarlarını tıkaması böbrek yetmezliğine neden olur. Aynı şekilde yanlış kan nakilleri kalp, beyin gibi organlara giden damarları tıkayacağı için de ölüme neden olabilir. Kan nakillerinde aynı kan grubundan kan nakli esastır. Fakat kan nakli gerçekleştirilmeden önce cross adı verilen çaprazlama yapılır. Vericinin kanı ve alıcının kan serumu dış ortamda karıştırılır. Eğer herhangi bir çökelme gözlenmez ise vericiden alınan kan, alıcıya verilir. Az rastlanmakla birlikte kan grubu ve Rh faktörü aynı olan kişilerde alt grupların uyuşmaması sonucunda çökelme görülebilir ve nakil gerçekleştirilmez.

Dolaşım sisteminin temelini oluşturan küçük kan dolaşımı, kılcal damar dolaşımı ve koroner dolaşım olaylarını ilk keşfeden kişi İbn Nefs (1213-1288)'tir. Bu keşifleri sebebiyle "Dolaşım Fizyolojisinin Babası" ve "Orta Çağın en büyük fizyoloğu" olarak görülmüştür. İbn Nefs'in bu konudaki açıklamalarına değin kalbin sağ ve sol karıncığı arasındaki duvarda deliklerin bulunduğu ve kanın bu deliklerden kalbin sağ tarafından sol tarafına geçtiği düşünülüyordu. İbn Nefis yapmış olduğu incelemeler sonucunda, kalbin sağ ve sol karıncığı arasındaki duvarda her hangi bir deliğin bulunmadığını, kalbin sağ tarafına gelen kanın akciğerlere gidip temizlendikten sonra kalbin sol karıncığına geldiğini keşfetmiştir ki bugün bu olaya küçük kan dolaşımı adı verilmektedir.

4.2. LENF DOLAŞIMI

Latince şeffaf, berrak su anlamına gelen lenf, kan dolaşımı ile birlikte dolaşım sisteminde görev alır. Lenf sisteminin görevleri:

- Kılcal damarlarda madde alışverişi sonrasında hücreler arasında biriken fazla sıvı, kılcal lenf damarlarına geçerek lenf sıvısını oluşturur ve buradan tekrar kan dolaşımına kazandırılır.
- Ödem oluşumunu engeller.
- Bağışıklık sisteminde görev alır.
- Yağların sindirimi sonucunda oluşan yağ asitleri, gliserol ve yağda eriyen vitaminlerin emildikten sonra taşınmasında görev alır.



Şekil 1.102 İnsanda lenf dolaşımı

Lenf sistemi üç kısımdan oluşur. Bunlar; **lenf sıvısı, lenf damarları** ve **lenf düğümleridir** (Şekil 1.102).

4.2.1. LENF SIVISI

İnsanda yaklaşık 1-2 litre kadar lenf sıvısı bulunur. Lenf sıvısı kana benzer fakat kandan farklı olarak içinde alyuvar ve birçok kan proteini bulunmaz. Lenf sıvısının esas hücreleri akyuvarlardır ve bu hücreler yine bağışıklık sisteminde görev alırlar.

Bunu biliyor musunuz?

- *Türk Kızılayı Kan Bağışı Merkezleri'nde kan bağışında bulunabilirsiniz.*
- *Kan bağışınız ile birlikte, kanınıza AIDS, Hepatit-B, Hepatit-C gibi testler de uygulanır.*

www.kizilay.org.tr

(Erişim Tarihi: 15.11.2017)

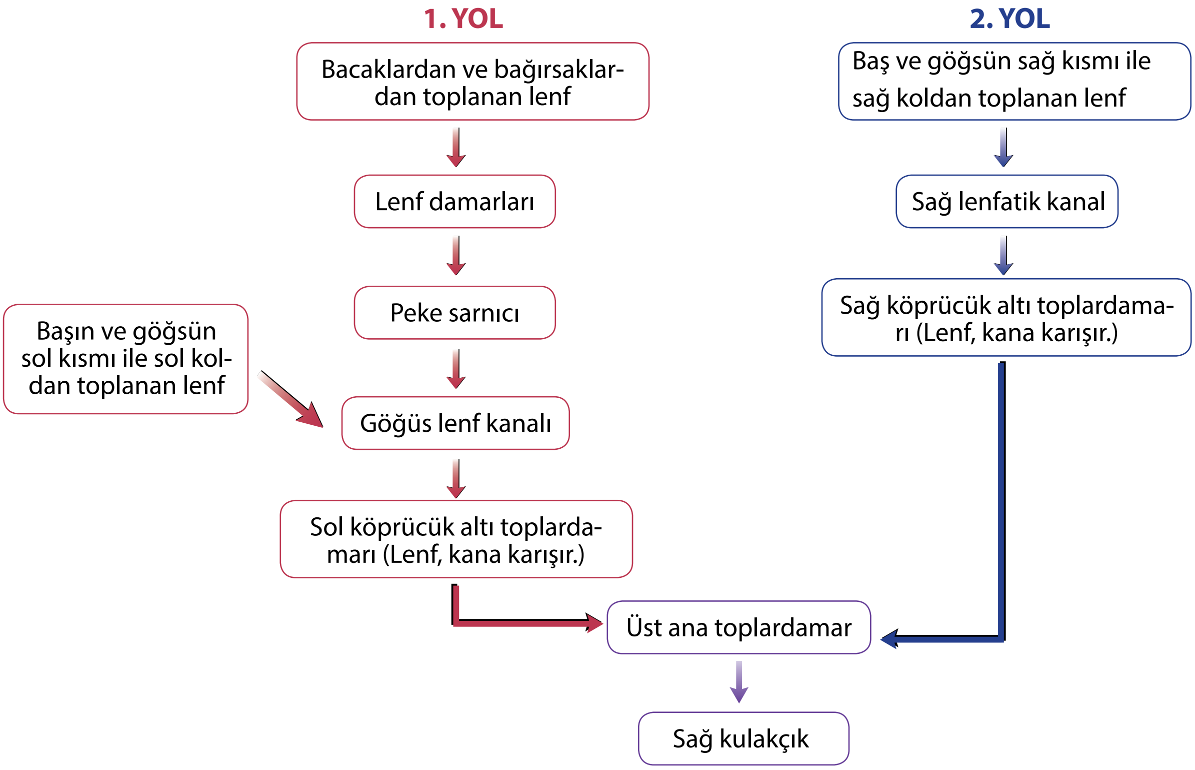
Araştırınız

Kan ve kemik iliği bağışının önemine dikkat çekme amaçlı bir broşür hazırlayınız. Hazırladığınız broşürü sınıfta arkadaşlarınıza tanıtınız.

4.2.2. LENF DAMARLARI

Kılcal lenf damarları: Tek katlı yassı epitelden oluşması bakımından kılcal kan damarlarına benzerler. Aralarındaki en önemli fark, kılcal lenf damarlarının bir ucunun kapalı olmasıdır. Çünkü lenf atardamarları yoktur ve kılcal lenf damarlarının bir ucu toplardamara bağlıdır. Kılcal lenf damarlarında lenf sıvısının ilerlemesini sağlayan faktörler doku sıvısının basıncı, kılcal lenf damarları içindeki tek yöne açılan kapaklar, damarların yapısındaki düz kasların kasılması, iskelet kasları tarafından lenf damarlarına yapılan basınçtır.

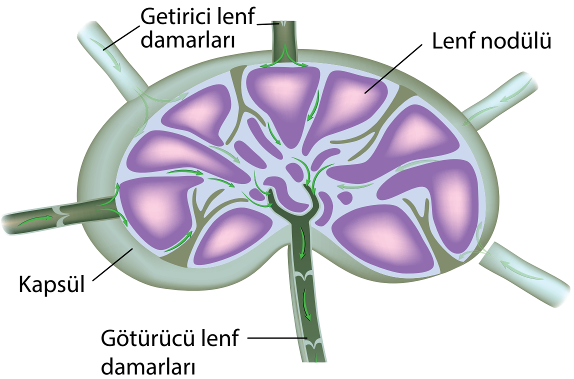
Lenf toplardamarları: Kılcal lenf damarları birleşerek lenf toplardamarlarını oluşturur. Lenf toplardamarları ise sağ lenf kanalı ve sol lenf kanalı olmak üzere iki ana lenf kanalı şeklinde sağ ve sol köprücük altı toplardamarlardan kan dolaşımına katılır (Şema 1.4).


1. YOL
2. YOL
Bacaklardan ve bağırsaklardan toplanan lenf
Baş ve göğsün sağ kısmı ile sağ koldan toplanan lenf
Lenf damarları
Sağ lenfatik kanal
Peke sarnıcı
Sağ köprücük altı toplardamarı (Lenf, kana karışır.)
Başın ve göğsün sol kısmı ile sol koldan toplanan lenf
Göğüs lenf kanalı
Sol köprücük altı toplardamarı (Lenf, kana karışır.)
Üst ana toplardamar
Sağ kulakçık

Şema 1.4 Lenf sıvısının kan dolaşımına katılırken izlediği yollar

4.2.3. LENF DÜĞÜMLERİ

Lenf damarları üzerinde bulunan, boyutları 1mm ile 25 mm arasında değişen, küçük fasulye şeklindeki oluşumlardır (Şekil 1.103). Lenf düğümleri en çok karın, kasık, boyun, koltuk altı, göğüs gibi bölgelerde bulunur. Lenf düğümlerinin görevi, lenf sıvısından zararlı mikroorganizmaları ve diğer yabancı maddeleri süzmektir. Bademcikler, dalak ve timüs önemli lenf düğümleridir.


Getirici lenf damarları
Lenf nodülü
Kapsül
Götürücü lenf damarları

Şekil 1.103 Lenf düğümlerinin yapısı

Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları

Anemi (Kansızlık)

Kan miktarının veya kandaki alyuvar sayısının normalin altına düşmesi durumudur. Farklı sebepleri olabilir. Bunlar arasında;

- Yaralanma, travma gibi durumlarda ortaya çıkabilecek kan kaybı durumları,
- Demir alımının veya emiliminin yetersizliği sonucunda ortaya çıkabilecek demir eksikliğine bağlı olarak hemoglobinin yetersiz üretilmesi,
- Kemik iliklerinin çeşitli sebeplerden dolayı görevini yapamaması sonucunda kan yapımının azalması,
- Orak hücre anemisi gibi kalıtsal faktörler,
- B vitamini eksikliği sayılabilir.

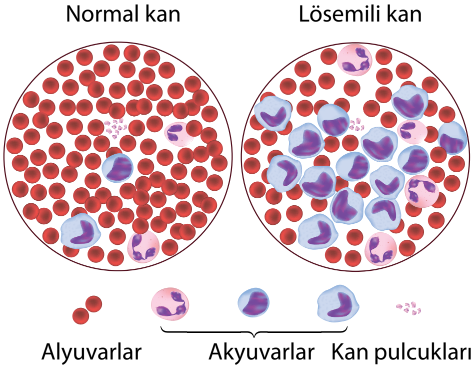
Araştırınız

Orak hücre anemisi hastalığı nasıl bir hastalıktır? Hastalığın nedenlerini ve tedavi sürecini araştırınız.

Lösemi (Kan Kanseri)

Kandaki akyuvar sayısının kontrolsüz ve zarar verici düzeyde artmasıdır (Şekil 1.104). Kanserli akyuvar hücrelerinin fonksiyon yapabilme gücü çok azdır veya yoktur. Löseminin en karakteristik özelliği, diğer dokulara hızla yayılmasıdır. Lösemik hücreler karaciğere, lenf bezleri gibi bölgelere yayılır.

Lösemik hücrelerin çoğalması kontrol altına alınmazsa vücut sıvısındaki besin maddelerini, amino asitleri, vitaminleri hızla tüketir. Protein kaybı ve kişinin enerjisinin azalması sonucu kişide hayati tehlike oluşturur.



Şekil 1.104 Normal kan ve lösemili kan

Hipertansiyon (Yüksek Tansiyon)

Büyük tansiyonun 140 mmHg'dan, küçük tansiyonun 90 mmHg'dan yüksek olması durumudur. Hipertansiyonun sebebi; beslenme bozuklukları, aşırı kilo, metabolizma bozuklukları, stres (Resim 1.7), genetik gibi faktörler olabileceği gibi hormonal sistem, böbrek rahatsızlıkları gibi başka hastalıkların etkisi de olabilir. Hipertansiyon şayet tedavi edilmezse uzun vadede ölümle sonuçlanabilecek kalp krizi, beyin kanaması, böbrek hasarı, felç veya görme bozuklukları ortaya çıkar. Uzun süre yüksek kan basıncına maruz kalan damarlarda kalınlaşma olur. Bu durum damarların esnekliğini azaltır. Damarlarda daralmalar meydana gelir.

Resim 1.7 Hipertansiyon sebeplerinden biri de strestir.

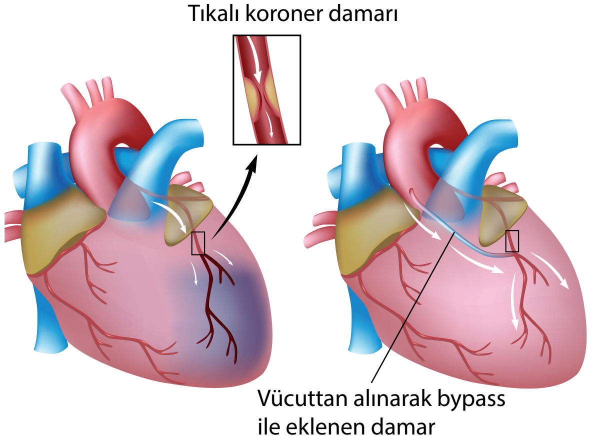
Yüksek tansiyonu kontrol altında tutabilmek için;

- Aşırı kilolu olmamak,
- Alkol ve sigara kullanmamak,
- Tuzlu besinlerden kaçınmak,
- Stresten uzak durmak,
- Potasyum, kalsiyum ve magnezyum bakımından zengin besinlerle beslenmek önemlidir.

Koroner Damar Rahatsızlıkları

Kalbi besleyen damarlara *koroner damar* adı verildiği anlatılmıştı. Bu damarların çapları küçüktür ve kolesterol, bağ dokusu, kalsiyum gibi maddeler birikerek damar çeperinin kalınlaşmasına ve dolayısıyla daralmasına neden olur. Damarların daralması ve tıkanması, daralmanın olduğu yerde kanın pıhtılaşmasına ve böylece bu bölgenin devamındaki kan miktarının yetersiz hâle gelmesine neden olur. Bunun sonucu olarak dokular kan ile beslenemez ve bir süre sonra doku ölümü görülür. Böyle bir durumda ortaya çıkan kalp krizi kişinin ölümüne dâhi sebep olabilir.

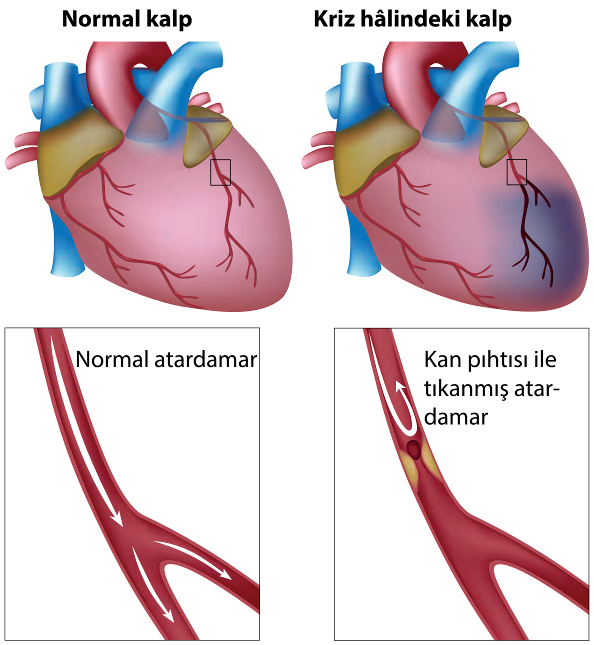
Koroner damarların daralması durumunda koroner damarın tıkalı bölgesinin yerine o bölgenin işlevini gerçekleştirecek şekilde kişinin kendi vücudundan alınan damar, bypass operasyonu ile aorta bağlanır ve kalbin beslenmesi sağlanır (Şekil 1.105).



Şekil 1.105 Koroner damarın tıkanması durumunda vücudun başka bir bölgesinden alınan damar, bypass operasyonu ile aorta bağlanır.

Kalp Krizi (Akut Miyokard İnfarktüsü)

Kalp krizi, kalp kasının bir bölümünün o bölgeye yetersiz kan akışından dolayı kalıcı hasara uğraması sonucu meydana gelir. Kalbi besleyen damarların kan akımının çeşitli nedenlerle ani azalması veya kesilmesi sonucu kalp kasında hücre ölümü gerçekleşir (Şekil 1.106). Kalp krizinde erken tanı ve müdahale çok önemlidir. Her geçen zaman harap olan kalp kası miktarı arttığından ritim bozukluklarından yaşamı yitirme olasılığı da artar. Bu nedenle hastanın kalp krizinden kaybedilmesinin önlenmesi, krizin gerçekleştiği andan itibaren mümkün olan en kısa sürede hastaneye ulaşmasına bağlıdır. Kalp krizinin risk faktörleri hipertansiyon, hiperkolesterolemi, diyabet, sigara ve ailede erken yaşta koroner kalp hastalığı görülmesidir. Kalp krizinin en önemli belirtisi göğüs kemiğinin arkasındaki göğüs ağrısıdır fakat özellikle diyabet hastalarında ve yaşlılarda, bu ağrı çok belirsiz olabilir ya da hiç hissedilmeyebilir (sessiz kalp krizi). Beraberinde sıklıkla soğuk terleme, sıkıntı ve ölüm korkusu da vardır. Ayrıca nefes darlığı, öksürük, baş dönmesi ve sersemleme, bayılma, mide bulantısı ve kusma görülebilir. Hastaya zamanında müdahale edilebilir ise tıkalı damarın açılması ile kalp kasının ölmesi önlenebilir.

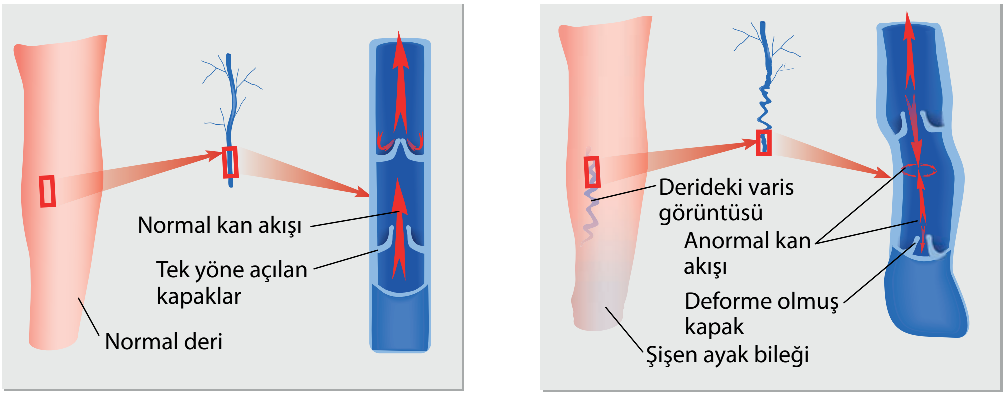


Şekil 1.106 Normal kalp ve kriz geçiren kalbin yapısı

Kalp krizinden korunmak için kan basıncının, kan şekerinin ve kolesterol seviyesinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi, meyve ve sebze bakımından zengin, az hayvansal yağ içeren diyetler uygulanması, sigara kullanılmaması, fazla kilolu olanların kilo vermesi, spor yapılması ve stresten uzak durulması tavsiye edilmektedir.

Varis

Varis özellikle bacaklarda görülür. Deri yüzeyine yakın toplardamarlar genişler ve büklüm büklüm olur. Bu durum deri yüzeyinde gri-mor çizgiler hâlinde gözlenir. Kanın kalbe doğru tek yönlü olarak akmasını sağlayan toplardamarlarda bulunan kapakçıklar genetik faktörler, gebelik, sigara kullanımı, meslek gereği uzun süre ayakta kalmak gibi nedenlerden dolayı gerilir ve deforme olur. Gerilen kapakların kapatma özellikleri zayıfladığı için kan toplardamarlarda toplanır ve neticede varis oluşur (Şekil 1.107). Varisli kişiler uzun süre ayakta durmaktan kaçınmalı, düzenli egzersiz, spor gibi aktivitelerde bulunmalıdırlar.



(a) (b)

Şekil 1.107 (a) Normal ve (b) varisli bacakta toplardamarın yapısı

Lenfoma (Lenf Kanseri)

Lenfoma, en hızlı ilerleyen kanser türlerinden biri olmasına karşın iyileşme sürecinde en çok başarı sağlanan kanser hastalıkları arasındadır. Lenfomalar lenfatik yapılardaki normal hücrelerin yerinde anormal şekil ya da hızlı bölünme özellikleri olan hücrelerin ortaya çıkması neticesinde lenf düğümlerinin şişmesiyle kendini gösteren ve lenfositlerden oluşan urlardır. Lenfomanın belirtileri arasında en sık görülen boyunda, koltuk altında veya kasık bölgesinde rastlanan ağrısız şişliklerdir. Ayrıca ateş, kilo kaybı, hâlsizlik, yorgunluk hissi, gece terlemesi, iştahsızlık da diğer belirtiler arasındadır. Her lenfoma hastası için tedavi kendine özgü olup hastalığın evresine, hücre tipine, hastanın yaşına, hastanın tedaviyi kaldırıp kaldıramayacağına ve lenfoma tipinin hızlı ya da yavaş seyirli oluşuna göre değişmektedir.

Kangren

Kangren, dokuları besleyen atardamarların herhangi bir sebeple, yetersiz hâle gelmesi sonucunda yaşanan doku ölümleridir. Örneğin kan dolaşımına, hasta bir kalpten bir pıhtı atılabilir. Bu pıhtının atardamarı tıkamasına emboli denir ve sonuçta tıkanan damarın beslediği dokuda kangren oluşur. Şeker hastalığı da atardamarların yapısını bozarak tıkanmalarına ve sonuçta kangrene neden olur. Bu durum daha çok ayak parmaklarında görülür. Darbe ve kemik kırıkları sonucunda da o organı besleyen damarın sıkışıp tıkanmasıyla kangren meydana gelebilir.

Aşırı soğukların yol açtığı donma durumları da kangren sebebidir. Soğuk, damar çeperindeki hücrelerin zedelenmesine neden olur ve kan dolaşımını engelleyen bir ödem oluşur. Birey etkilenen bölgede bir yanma ve ağrı hissi duyar. Bir süre sonra ağrı diner ve beslenemeyen doku canlılığını yitirir, bal mumuna benzer bir hâl alır.

4.3. BAĞIŞIKLIK (SAVUNMA) SİSTEMİ

Vücudumuz sürekli olarak dış çevreyle etkileşim hâlinde olduğundan her an çevreden gelen hastalık yapıcılarla karşılaşma olasılığı vardır. Vücudumuzu bu hastalık yapıcılara karşı koruyan bir sistem bulunur. Bu sisteme **bağışıklık (savunma) sistemi** adı verilir. Bağışıklık sistemi tarafından algılanılarak tepki oluşumuna neden olan, çoğunlukla protein ve polisakkarit yapıdaki canlı organizma kısımlarına veya büyük moleküllere **antijen** adı verilir. İnsanda bağışıklık sistemini oluşturan mekanizmalar iki genel grup şeklinde incelenir. Bunlar **özgül olmayan savunma** ve **özgül (spesifik) savunma**dır.

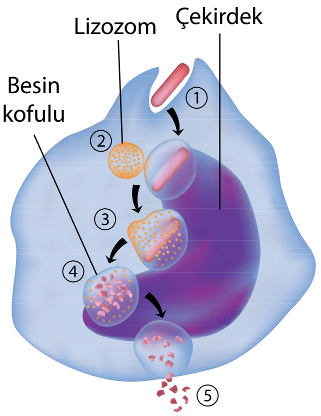
Araştırınız

Bağışıklık sistemini güçlendirmek için neler yapılabileceğini araştırınız. Bulduğunuz bilgiler üzerinde sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

4.3.1. ÖZGÜL OLMAYAN SAVUNMA MEKANİZMALARI

Vücuda zarar veren hastalık yapıcılara karşı onları ayırt etmeden hangisi olursa olsun aynı şekilde direnç gösteren savunma tipidir. Özgül olmayan savunma mekanizmaları, **fiziksel engeller, fagositler, doğal katil hücreler, interferonlar, iltihaplanmalar** ve **ateşlenmeler**dir.

Fiziksel engeller: Vücut savunmasında öncelikli olan, hastalık yapıcıları vücuttan uzak tutmaktır. Vücudu kaplayan deri, ter ve yağ bezleri, içerdikleri antimikrobik salgıları ile mikropların vücuda girmesini engeller. Vücuda mikropların girebileceği sindirim, solunum, ürogenital sistem gibi dışa açılan sistemlerin kaplı olduğu epitel dokunun salgıladığı mukus, özel enzimler, asidik pH ortamları vücudun mikroplardan korunmasını sağlar. Ayrıca tükürük salgısı, gözyaşı ve diğer vücut salgıları da mikroplara karşı koruma sağlar.



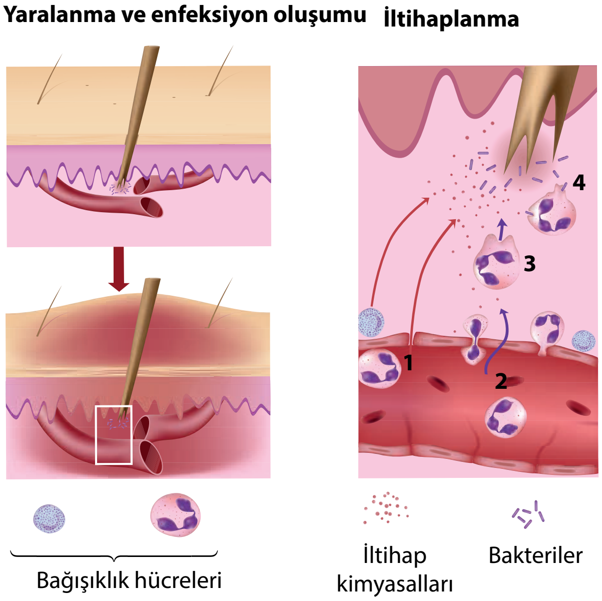
Şekil 1.108 Akyuvarın vücuda giren bir bakteriyi fagositoz ile parçalaması

Fagositler: Vücuda giren hastalık yapıcılara karşı ilk görev yapan hücrelerdir. Sadece mikroorganizmaları değil, yabancı bileşikleri de vücuttan uzaklaştırırlar. Akyuvarların bazı çeşitleri ve bazı bağ doku hücreleri, fagositoz ile hücre içine aldıkları mikroorganizmaları sindirim yolu ile parçalayarak etkisiz hâle getirirler. Şekil 1.108'de fagositik bir akyuvarın vücuda giren bir bakteriyi fagositoz ile parçalaması gösterilmiştir.

Doğal katil hücreler: Doğal katil hücreler; tümörler, kanserleşmiş hücreler ve virüs bulaştığı için zarlarında farklı antijenlerin oluştuğu hücrelerin yok edilmesinde çok önemli görevi olan bağışıklık sistemi hücreleridir. Salgıladıkları lizozim enzimleri ile farklılaşmış veya enfekte olmuş hücrelerin yok edilmesini sağlarlar. Doku ve organ nakillerinin reddinde en önemli faktör, doğal katil hücreleridir.

İnterferonlar: Virüslere karşı üretilen özel antimikrobiyal proteinlerdir. Bazı akyuvar çeşitlerinden ve virüsle enfekte olmuş hücreler tarafından üretilirler. İnterferon, normal bir hücre ile temas ettiğinde hücre zarındaki reseptörlere bağlanarak sitoplazmada antiviral proteinlerin sentezlenmesini sağlar. İnterferonlar ayrıca diğer bağışıklık hücrelerinin uyarılmasını da sağlayarak bağışıklığın oluşmasında etkili olur.

İltihaplanma (Yangısal tepki): Zarar görmüş ya da mikroorganizmalar tarafından enfekte edilmiş dokularda iltihaplanma ortaya çıkar (Şekil 1.109). İltihaplanma sırasında bölgede öncelikle damar geçirgenliği ve kanın akış hızı artar. Bu sayede bağışıklıkta görevli olan hücrelerin ve pıhtılaşma faktörlerinin yaralanma bölgesine daha hızlı ulaşması sağlanır. Akyuvarlar yaralı dokudaki hastalık yapıcı faktörleri yok ederler. Bir süre sonra pıhtılaşma faktörleri bölgede pıhtılaşmayı sağlayarak mikropların sağlıklı dokulara yayılmasını engeller.



1. Akyuvarların damar çeperine yaklaşmaya başlaması
2. Akyuvarın damar dışına çıkması
3. Akyuvarların iltihap bölgesine yönelmesi
4. Akyuvarların mikroorganizmaları fogositozla yok etmesi

Şekil 1.109 İltihap oluşumu

Ateşlenme: Vücut sıcaklığındaki bir miktar artış, bağışıklık sisteminin bir tepkisi olarak ortaya çıkar. Fagositik hücreler bakterileri imha ettiklerinde bakteri hücre duvarından bazı maddelerin dolaşım sistemine geçmesine neden olurlar. Bu maddeler bağışıklık sistemi hücrelerini uyararak özel kimyasalların salgılanmasını sağlar. Salgılanan kimyasallar, vücut sıcaklığının kontrolüyle görevli hipotalamusu uyarır. Hipotalamus ise vücut sıcaklığını artırır. Normal sınırlar içerisinde hastalık durumunda vücut sıcaklığının artması faydalıdır. Çünkü yüksek vücut sıcaklığı interferonların daha etkili çalışmasını sağlar, fagositik hücrelerin etkilerini artırır. Ayrıca artan sıcaklık sonucunda kalp atışı hızlanacağından bağışıklık hücrelerinin vücuttaki dolaşımı hızlanır.

4.3.2. ÖZGÜL (SPESİFİK) SAVUNMA MEKANİZMALARI

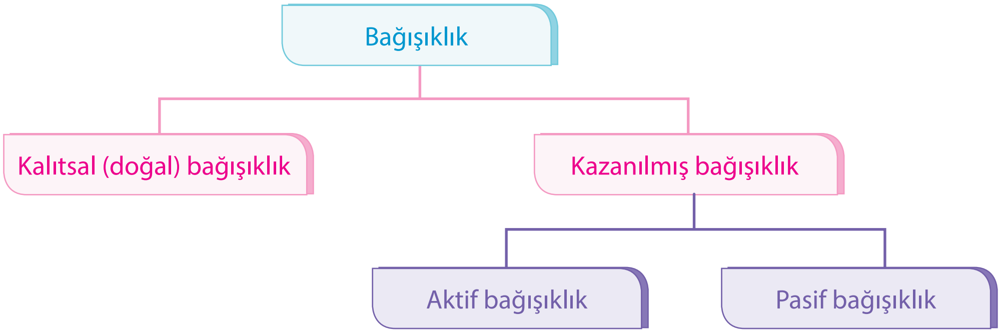
Hastalık yapıcılara karşı özgül (spesifik) bir tepki ortaya konulmasıyla ortaya çıkan savunma mekanizmasına **özgül savunma mekanizması** denir. Özgül savunma mekanizmasında B ve T lenfositleri görev alır. İki çeşit özgül savunma mekanizması vardır. Bunlar B lenfositlerin görev aldığı **humoral (sıvısal) bağışıklık** ve T lenfositlerin görev aldığı **hücresel bağışıklık**tır.

Humoral (Sıvısal) Bağışıklık: B lenfositleri ve ürettikleri antikorlar tarafından sağlanan bağışıklıktır. B lenfositleri mikroplarla uyarılması durumunda antikor adı verilen özel antimikrobik proteinler üreterek bağışıklık sağlarlar. Bir kısım B lenfositleri ise bellek hücrelerine dönüşerek aynı mikropla tekrar karşılaşıldığında o mikrobu yok edecek olayları başlatırlar. Bu sayede bazı hastalıkları bir kere geçirdikten sonra bir daha geçirmeyiz.

Hücresel Bağışıklık: T lenfositleri tarafından sağlanan hücresel bağışıklık; çok hücreli parazitler, mantarlar, kanserli hücreler, doku nakillerinde aktarılan hücreler, bakteriler veya virüs ile enfekte olmuş hücrelere karşı savunma sağlar. T lenfositleri, antijenlere doğrudan temas ederek onları yok ettiği için bu bağışıklık çeşidine **hücresel bağışıklık** denir.

4.3.3. BAĞIŞIKLIĞIN KAZANILMASI

İnsanda bağışıklık iki şekilde kazanılır. Bunlar doğuştan itibaren var olan **kalıtsal (doğal) bağışıklık** ve sonradan kazanılan **kazanılmış bağışıklık**tır (Şema 1.5).



Şema 1.5 İnsanda bağışıklığın kazanılma yolları

Kalıtsal Bağışıklık

Kişinin doğumuyla birlikte sahip olduğu ve ölene kadar süren bağışıklığıdır. Bazı insan ırklarının bazı hastalıklara yakalanmaması veya diğer canlılarda hastalığa neden olan bir virüsün insanı etkilememesi kalıtsal bağışıklığa örnek verilebilir.

Kazanılmış Bağışıklık

Kazanılmış bağışıklık, doğumdan sonra kazanılan bağışıklıktır; aktif ve pasif bağışıklık olmak üzere ikiye ayrılır (Tablo 1.5).

Tablo 1.5 Aktif Bağışıklık Sağlayan Aşı ve Pasif Bağışıklık Sağlayan Serum Arasındaki Farklar

Aşı	Serum
Aktif bağışıklık sağlar.	Pasif bağışıklık sağlar.
Sağlıklı kişiye uygulanır.	Hasta kişiye uygulanır.
Koruyucu özelliktedir.	Tedavi edici özelliktedir.
Uzun süreli bağışıklık sağlar.	Kısa süreli bağışıklık sağlar.

Aktif bağışıklık: Antijenlere maruz kaldıktan sonra ortaya çıkan bağışıklıktır. İki yolla kazanılır. Bunlardan birincisi çevredeki hastalık yapıcıların etkisine maruz kaldıktan sonra gelişen bağışıklık, diğeri ise gelecekte muhtemel bir tehlikeden korunmak için kontrollü şartlarda antikor üretimini sağlayan aşı yoluyla kazanılan bağışıklıktır. Aşılamada laboratuvar ortamlarında üretilen ölü veya zayıflatılmış antijenler vücuda enjekte edilir. B lenfositlerin bellek hücrelerini oluşturmasını sağlayarak aktif bağışıklık kazanılması sağlanır.

Aşı hem kişisel sağlığın hem de toplum sağlığının korunmasında çok önemlidir. Dünya üzerinde birçok ülkede iyi uygulanan aşı politikaları sayesinde bazı hastalıklar tamamen önlenmiş veya görülme sıklıkları en alt düzeye inmiştir. Örneğin çiçek hastalığı, tüm dünyada aşısı uygulandıktan sonra 1976 yılından bu yana görülmemiştir ve aşı takviminden çıkarılmıştır.

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından doğumdan itibaren uygulanan bir aşı takvimi bulunmaktadır. Bu takvime göre yapılan aşılama ile bağışıklık sistemi güçlendirilmektedir. Aşılamanın ne zaman hangi aralıklarla yapılması gerektiği konusunda Aile Sağlık Merkezleri tarafından ailelere bilgi verilmektedir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6 Sağlık Bakanlığı Aşı Takvimi

ZAMAN AŞILAR*	Doğumda	1. ayın sonu	2. ayın sonu	4. ayın sonu	6. ayın sonu	12. ayın sonu	18. ayın sonu	24. ayın sonu	İlköğretim 1. sınıf	İlköğretim 8. sınıf
Hepatit-B	I	II			III					
BCG			I							
DaBT-İPA-Hib			I	II	III		R			
KPA			I	II	III	R				
KKK						I			R	
DaBT-İPA									R	
OPA					I		II			
Td										R
Hepatit-A							I	II		
Su Çiçeği						I				

* BCG: Verem, DaBT-İPA-Hib: Beşli karma aşı, KPA: Zatürre, KKK: Kızamık, kızamıkçık, kabakulak, DaBT-İPA: Dörtlü Karma aşı, OPA: Çocuk felci, Td: Difteri, tetanos, R: Pekiştirme dozu

Zaman içinde hastalık etmenleri genetik değişikliklere uğrayabilmektedir. Böyle durumlarda bu hastalıkların aşıları da değiştirilerek uygulanmaktadır.

Pasif bağışıklık: Hasta kişiye vücut dışından hazır olarak antikor verilmesiyle sağlanan bağışıklıktır. Annenin hamilelikte plasenta yoluyla doğumdan sonra ise anne sütü ile çocuğuna aktardığı hazır antikorlar bu tip bağışıklığa örnek verilebilir. Ayrıca antikorların hastalıktan önce veya hastalık sırasında biyoteknolojik yöntemlerle veya hayvanlardan elde edilerek hastalık sırasında serum olarak hastaya verilmesi de pasif bağışıklık oluşturur.

OKUMA METNİ

TARİHTE İLK AŞI

Tarihte ilk aşı uygulamasının MÖ 590 yılında Çin'de Sung Hanedanı döneminde çiçek hastalığından korunmak için hasta ciltteki iltihaplı maddenin sağlıklı kişilerin burnunun içine sürülmesi şeklinde yapıldığı biliniyor. Osmanlı İmparatorluğu'nda da bu şekilde aşılama uygulamalarının olduğunu biliyoruz. Hatta 1796 yılında Edward Jenner (Edvırd Cenır) tarafından İngiltere'de yine çiçek hastalığına karşı başlatılan ve modern aşılamanın başlangıcı olarak kabul edilen uygulamadan önceki bir tarihte, 1721'de, İngiltere büyükelçisinin eşi olan Lady Mary Montagu (Leydi Meri Montegü), ülkesine yazdığı bir mektupta İstanbul'da çiçek hastalığına karşı "aşı denilen bir şey" yapıldığını hayretle bildirmektedir. Bu mektup aşı yapımına ilişkin ülkemizdeki en eski belgedir. On sekizinci yüzyılda başlayan bu ilk aşılama çalışmaları, Pasteur (Pastör) tarafından bilimsel temellere oturtularak insan sağlığı için en önemli ilerlemelerin önünü açmıştır.

Ateş Kara
Bilim ve Teknik, Aralık 2009
(Kısaltılmıştır.)

Savunma Sistemi Rahatsızlıkları

Anne - Çocuk Rh Uyuşmazlığı (*Eritroblastosis fetalis*)

Annenin Rh(-), çocuğun Rh(+) kan grubu olduğu durumlarda ortaya çıkan uyuşmazlıktır. Anne, bebeğin Rh antijenlerine karşı Anti-Rh antikorları üretir. İlk çocukta genellikle Anti-Rh seviyesi zararsızdır, çoğu zaman antikorlar bebeğe ulaşmadan doğum gerçekleşir fakat sonraki doğumlarda annede antikor oluşumu daha hızlı olacağından annenin Anti-Rh antikorları plasenta yoluyla çocuğun kanına geçerek bebeğin alyuvarlarında yıkıma neden olur ve sarılık hastalığı görülür. Bu durum, düşüğe ve ölü doğuma neden olabileceği gibi doğum gerçekleşse bile artan alyuvar yıkımı kandaki bilurubin miktarını çok artırır; sarılığa ve sinir hücrelerinde tahribata neden olur, beyin hasarı ortaya çıkar. Günümüzde kan uyuşmazlığı durumlarında doğumdan sonraki 72 saat içinde annede Anti-Rh antikorlarının oluşmasını engelleyecek iğne yapılır ve bebeğin zarar görmesi engellenir.

Alerjiler

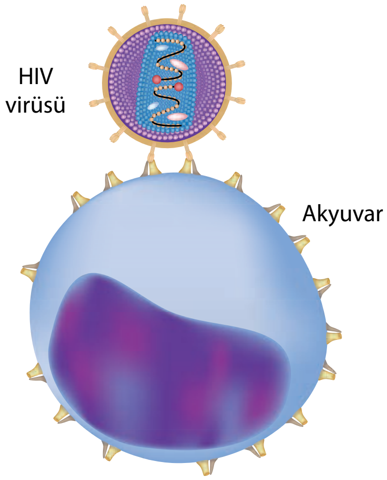
Antijenlere karşı uygun olmayan ve aşırı bağışıklık cevabından kaynaklanan hastalıklardır. Alerjiye neden olan antijenlere *alerjen* adı verilir. İnsanlarda genellikle süt, yumurta, fıstık gibi gıdalara; penisilin benzeri antibiyotiklere; arı zehirleri, polen, kozmetik gibi maddelere karşı alerji görülür.

Otoimmun Hastalıklar

Normalde vücutta mevcut birçok antijen görmezlikten gelinebilir, tanınmaz ve onlara karşı tepki oluşturulmaz. Eğer belli bir yerde antijen tanıma sistemi bozulursa bağışıklık sistemi hücreleri vücudun bu bölgelerindeki hücre ve dokulara karşı antikor üretmeye başlar. Böyle yanlış antikor üretme sonucu oluşan bir durum, hücre ve dokulara zarar verir ve fonksiyonlarını bozarak çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin tip I şeker hastalığı böyle bir durumda ortaya çıkar. Pankreasta insülin üretiminden sorumlu beta hücreleri bağışıklık sistemi hücreleri tarafından tahrip edilir ve insülin üretimi gerçekleşemez.

AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) (Edinilmiş Bağışıklık Eksikliği Sendromu)

HIV (Human immunodeficiency virus) adı verilen virüsün sebep olduğu hastalıktır. HIV virüsü RNA virüsüdür. Bu virüs, insanda bağışıklık hücrelerini konak olarak kullanarak insanın bağışıklık sistemini çökertir (Şekil 1.110). Hücre içine giren virüs ters transkriptaz adı verilen enzim ile DNA sentezler ve hücre DNA'sı ile birleşir. Bu viral DNA'lara göre protein sentezi başladığında hücre ölür. Bu durum, insanın bağışıklık sisteminin çökmesine ve çeşitli enfeksiyonlara karşı savunmasız kalmasına neden olur. Bunun sonucunda da sıradan bir hastalık bile öldürücü etki yapar. AIDS, insandan insana kan veya cinsel yolla bulaşır. Ayrıca AIDS'li bir anneden hamilelik sırasında plasenta yoluyla veya anne sütüyle çocuğa geçebilir.



Şekil 1.110 HIV virüsünün akyuvardaki reseptörlere bağlanması

Kırım-Kongo Hemorajik (Kanamalı) Ateş (KKHA)

Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi, keneler tarafından taşınan viral bir hastalıktır. Henüz ergin hâle geçmemiş olan keneler, küçük omurgalılardan kan emerken virüsleri alır, gelişme evrelerine kadar muhafaza eder; ergin kene olduklarında da hayvanlardan ve insanlardan kan emerken onlara bulaştırırlar. Bulaşma; enfekte hayvanların doku ve kanı ile temas, kene ısırığı, enfekte insanlardan kan yoluyla olabilir. Hastalık; ani başlayan ateş, hâlsizlik, iştahsızlık, baş ağrısı, fotofobi (ışıktan etkilenme) ile baş gösterir. Bunların yanında kollarda, bacaklarda ve sırtta şiddetli ağrı, bazen kusma, karın ağrısı veya ishal, duygu-durum değişiklikleri olabilir. Kanama-pıhtılaşma mekanizmalarının bozulması sonucu yüz ve göğüste kırmızı döküntüler, gözlerde kızarıklık, gövde, kol ve bacaklarda morluklar, burun kanaması, dışkıda ve idrarda kan görülür. Hastalığın bulaşmasında keneler önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle keneyle mücadele, hastalığın önlenmesinde önemlidir. Vücuda yapışan kene, uzman kişiler tarafından kesinlikle ezilme-

Bunu biliyor musunuz?

Genellikle kapalı tohumlu bitkilerin çiçeklerinin alerjiye neden olduğu düşünülmektedir. Oysa alerjiye neden olan bitkiler daha çok açık tohumlu bitkiler ve yabani otlardır. Bu bitkiler, polenlerinin rüzgârla dağılması sayesinde tozlaşır. Kapalı tohumlu bitkilerin çiçeklerinin polenleri ise genellikle büyük, ağır ve yapışkandır, arıların bacaklarına yapışırlar. Çevreye çok fazla dağılmazlar ve nadiren alerjiye neden olurlar. Alerjiden muzdarip kişiler sabahları kendilerini daha kötü hissederler. Çünkü pek çok bitki sabahları daha çok polen yayar.

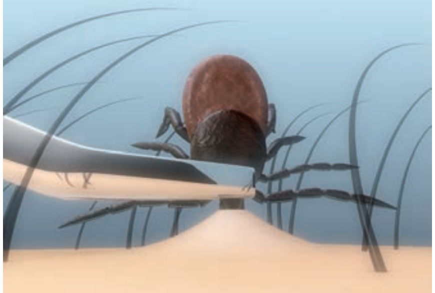
Özlem İKİNCİ

Bilim ve Teknik, Mayıs 2014

Araştırınız

Grip nasıl bir hastalıktır? Hastalığın tedavisi ve korunma yolları hakkında bilgi edininiz. Grip aşısı neden her yıl yeniden yapılmalıdır? Araştırınız.

den ve kenenin ağız kısmı koparılmadan (bir pensle sağa sola oynatılarak) çıkarılmalıdır. Kenenin ağız kısmının deri içinde kalmamasına dikkat edilmelidir (Şekil 1.111). Kenenin ezilmesi, sıkılması salgılarının deriyi enfekte etmesine neden olabilir. İşlem sırasında ve sonrasında kene çıplak elle tutulmamalıdır. Spesifik bir tedavisi olmadığı için ortaya çıkan semptomlara yönelik tedaviler ve destek tedavisi uygulanır.



Şekil 1.111 Kenenin vücuttan çıkarılması

OKUMA METNİ

AŞILAR

Tarih boyunca insanlar, daha uzun ve daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeyi amaçlamışlardır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, insanoğlunun önce kirletip yok ettiği sonra tekrar elde etmeye çalıştığı temiz ve sağlıklı su, insan sağlığını etkileyen en önemli faktör olmuştur. Temiz su kadar, insan sağlığı açısından önemli olan bir diğer şey ise aşılar ve aşılamadır. Aşılar hastalıklara neden olan mikroorganizmalar ile karşılaşmadan, yani hastalanmadan önce, bağışıklık sistemimize mikroorganizmaları tanıtmak ve sorun yaratabileceklerini göstermek için kullanılan biyolojik ürünlerdir. Hastalıklardan korunabilmek için iki temel yol vardır. Birincisi bu hastalığı daha önce geçiren kişilerin oluşturdukları bağışıklık cevabından faydalanarak oluşan antikorların alınması veya bir diğer canlıda bu antikorların üretilmesi ve üretilen antikorların kullanımı ile gerçekleşir. Antikorlar hazır olarak alındığı için sağladıkları bağışıklık pasif bağışıklık olarak nitelendirilir. Genelde serum olarak da adlandırılan hazır antikorlar kullanıldığında koruma hemen başlar ancak çok kısa sürede, birkaç haftada antikorların kaybolması ile de sonlanır. Bu şekilde antikor verilmesi tetanos, kuşpalazı (difteri) ve kuduz köpek ısırması gibi vakalarda tedavi amaçlı olarak da uygulanır. Ancak hastalıklardan korunmak için asıl yol, vücudun kendi bağışıklık sisteminin cevap vermesini sağlayarak uzun süreli bağışıklık yanıtının elde edilmesidir. Bu amaçla, etkinliği ortadan kaldırılan mikroorganizmaların tamamı ya da belirli işlemlerden geçmiş parçaları vücuda, verilir. Bu işleme aşılama denir. Aktif bağışıklık kazanmanın bir yolu olan aşı işleminin amacı, mikroorganizmanın tamamının ya da belirli işlemlerden geçmiş parçalarının canlılara verilmesi ile onlarda hastalık tablosuna veya bir başka ciddi soruna neden olmadan, doğal enfeksiyon sonrası oluşan bağışıklık yanıtına benzer koruyucu yanıt oluşturulmasıdır.

Ateş Kara
Bilim ve Teknik, Aralık 2009
(Kısaltılmıştır.)

Dolaşım Sistemlerinin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

Dolaşım sisteminin sağlıklı çalışması tüm vücudumuz için önemlidir. Kalp ve damarların sağlıklı olması, tüm organlarımızın düzenli çalışması anlamına gelmektedir. Dolaşım sisteminin sağlığı için öncelikle şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Yeterli ve dengeli beslenmeye özen gösterilmelidir.
- Özellikle baklagiller ve yulaf gibi kandaki kolesterol düzeyinin azalmasına yardımcı olan besinler tüketilmelidir.

Araştırınız

Kandaki kolesterol seviyesini yükselten ve düşüren besinler nelerdir? Araştırınız.

Kolesterol, kanda ve vücuttaki tüm hücrelerde bulunan, yumuşak, yağ benzeri yapıda bir maddedir. Kolesterol, hücre zarı, safra asidi, vitaminler ve bazı hormonların sentezinde oynadığı rol nedeniyle sağlıklı bir vücudun temel taşıdır. Ancak kanda yüksek düzeyde bulunan kolesterol, kalp krizi, damar tıkanması ve felç ile sonuçlanabilecek koroner kalp hastalıkları, safra taşı gibi ciddi sağlık sorunları için temel risk faktörüdür. Kolesterol iki farklı kaynaktan gelir. Bunlardan biri vücudumuz, diğeri ise gıdalardır. Karaciğer ve vücuttaki diğer hücreler kan kolesterolünün yaklaşık %75'ini oluşturur. Kalan %25'lik kısım ise tüketilen gıdalardan gelir.

- Yağlı yiyecekler çok fazla tüketilmemelidir. Yağ vücudumuz için gereklidir ancak fazla alınması damarlarımızda sertleşme ve tıkanıklıklara neden olmaktadır.
- Çok fazla tuz tüketilmemelidir. Tuz, kan basıncını artırır. Bu nedenle, özellikle tansiyonu yüksek olanların yemeklerine tuz koymamaları önerilmektedir.
- Düzenli spor yapmalı, temiz hava alınmalıdır.
- Aşırı stresten kaçınılmalı, stresle baş etmenin yolları aranmalıdır. Stres kalp sağlığını olumsuz etkilemektedir.
- Alkol ve sigaradan uzak durulmalıdır. Sigaradaki nikotin, kanın mikroplara karşı direncini azaltmakta ve damar tıkanıklığına neden olmaktadır. Alkol, damarların esnekliğini bozarak genişletmektedir ve kalbe de ciddi zararlar vermektedir.
- Aşırı dar giyecekler kalbin çalışmasını ve kan dolaşımını olumsuz etkiler. Çorap lastiklerinin ve kemerlerin çok sıkı olmamasına dikkat edilmelidir.
- Kalbi yoracak, yaşa ve bedene uygun olmayan hareketlerden kaçınılmalıdır.
- Uzun süre ayakta kalmamaya özen gösterilmelidir. Uzun süre ayakta kalmak, toplardamar kapakçıklarını bozarak varise sebep olur.

- AIDS, tetanos, kuduz, sıtma, tifüs, hepatit B ve C gibi tehlikeli hastalıklar kan yolu ile bulaşabilir. Bu nedenle enjektörler bir defadan fazla kullanılmamalıdır. Ayrıca kan nakillerinde hastaya verilecek kanın bu hastalıkların mikroplarını taşıyıp taşımadığı kontrol edilmelidir.
- Yaralanmalarda yara, temiz bir bezle silinmeli ve gazlı bezle sarılmalıdır. Açık yaralara tentürdiyot sürülmemelidir. Kanama varsa kanayan yerin üzerine gazlı bez ya da temiz pamukla tampon yapılmalıdır. Yoğun kanamalarda tamponun üstü temiz bir bezle iki defa sarıldıktan sonra düğüm yapılır. Ayrıca kalp ile kanayan yer arasına turnike uygulaması yapılır. Mümkünse kanayan yer kalp seviyesinden yüksekte tutularak kanama azaltılır. Yarım saat sonra turnike gevşetilir.

OKUMA METNİ

SENTETİK KEMİK İLİĞİYLE KAN HÜCRELERİ ÜRETİLDİ

Kemik iliği kök hücreleri

İçindeki kemik iliği sayesinde sağlıklı kan hücreleri üretebilen kemik benzeri bir implant geliştirildi. İmplantın mevcut tedavilerin yan etkilerini bertaraf etmesi ve bazı kan ve bağışıklık hastalıklarının tedavisinde kullanılması umuluyor. Kemiklerin merkezinde bulunan kemik iliğinin görevlerinden biri, kök hücrelerden kırmızı kan hücreleri üretmektir. Bu kök hücrelere saldıran bazı bağışıklık hastalığı durumlarında ve vücudun yeterince kan hücresi ya da pıhtılaşma faktörü üretemediği bazı anemilerde kemik iliği nakli gerekiyor. Bu nakillerde bir vericiden alınan kök hücreler, alıcının kendi kök hücrelerinin yerine konuyor ancak önce alıcının kendi kök hücrelerinin radyasyonla ya da ilaçla yok edilmesi gerekiyor. Bu da pek çok yan etkisi olabilen bir işlemdir. Yeni implant işte bu durumu ortadan kaldırıyor. İmplantın iki ana kısmı var: Kemik benzeri dış yapı ve içteki ilik. Her ikisi de bir hidrojel matristen üretilmiş. Dış yapıdaki kalsiyum fosfat mineralleri vericiden alınan kök hücrelerin hücrelere dönüşüp kemik oluşturmasını sağlıyor. İç kısımdaki matris ise vericiden gelen kemik iliği kök hücreleri için yuva oluşturuyor. İmplant, farelerin deri altına yerleştirildiğinde kemik benzeri bir yapıya dönüşüp iş gören bir ilik oluşturdu. İmplantın içinde verici kaynaklı kök hücrelerin oluşturduğu kan hücreleri dolaşıma girip alıcının kendi kan hücreleriyle karıştı. Altı ay geçtiğinde hem verici kaynaklı kan hücreleri hem de alıcının kendi hücreleri vücutta aynı anda bulunuyordu. İmplant alıcının mevcut tüm kan hücrelerini yeni hücrelerle değiştirmek yerine alıcının mevcut kan hücrelerine katkı yaptığı için kan kanserlerinde işe yaramayacak. Kan kanseri tedavilerinde hastanın kendi kemik iliği kök hücrelerinin yok edilmesi gerekiyor.

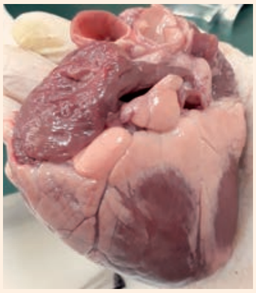
İlay Çelik Sezer
Bilim ve Teknik, Haziran 2017

5. ETKİNLİK: MEMELİ KALBİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Memeli kalbinin kısımlarının incelenmesi

Araç Gereç: koyun ya da dana kalbi, makas, bisturi, diseksiyon küveti, eldiven

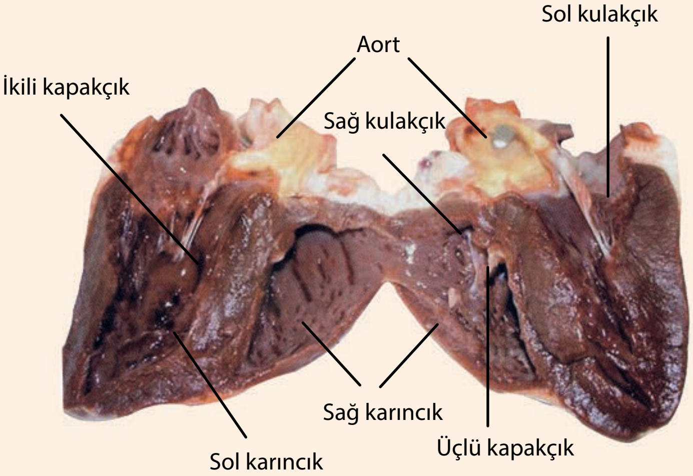
Uygulama



1. Önce kalbin dış görünüşünü inceleyiniz. Kalbin çevresini yatay olarak çeviren taç şeklinde bir yağ tabakası göreceksiniz. Bu tabaka kulakçıkla, karıncıklar arasındaki sınırı belirler.
2. Diğer bir yağ tabakası eğik bir şekilde kalbin alt yarısına doğru uzanır. Bu tabaka da sağ karıncığı sol karıncıktan ayıran duvarı belirler.
3. Karıncıkların duvarlarından birer yarık açarak duvarların kalınlıklarını karşılaştırınız.
4. Kalpten çıkan damarları inceleyiniz. Bu damarlardan koroner damar, akciğer atardamarı, aort ve akciğer toplardamarını gösteriniz ve kalınlıklarını karşılaştırınız.
5. Aort atardamarını bir makasla uzunlamasına kesiniz. Kesmeye sol karıncığın ucuna gelinceye kadar devam ediniz. Böylece yarım ay şeklindeki kapakçıklar görülecektir.
6. Bisturi yardımıyla sol kulakçığı açınız. Sol karıncığın duvarı boyunca kesmeye devam ediniz. Kesme işlemini sol karıncığın çevresinden sağ karıncık ve sağ kulakçığa dek sürdürünüz.
7. Son olarak da karıncıkları birbirinden ayıran perdeyi dikkatlice kesiniz.
8. Kalbin incelediğiniz görüntüsünü yanda verilen resimdeki görüntüyle karşılaştırınız. Kalbin yapılarını saptamaya çalışınız.

Sonuç

1. Kalp, içinde bulunan kanı kullanabilir mi?
2. Sağ ve sol karıncıkların duvar kalınlıklarının farklı olmasının nedeni nedir?
3. Kalpten çıkan damarlardan hangisinin çapı daha büyüktür? Bunun nedeni nedir?



6. ETKİNLİK: KAN GRUBU TAYİNİ

Amaç: Kan gruplarının belirlenmesi

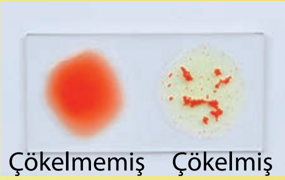
Araç Gereç: Anti-A, Anti-B, Anti-D serumları, üç farklı kan grubu örneği, lam, eldiven, kürdan, beyaz kâğıt, cam kalemi

Uygulama

** Çalışmanız sırasında mutlaka eldiven kullanınız.*

1. Yakınınızdaki bir sağlık merkezinden farklı gruplarda kan örnekleri alınız.
2. Lamları cam kalemi ile numaralandırınız. Lamların her birini üç bölmeye ayırarak bölmeleri sırasıyla Anti-A, Anti-B, Anti-D olarak isimlendiriniz. Lamları düz bir zemine koyduğunuz beyaz kâğıt üzerine yerleştiriniz.
3. Kan örneklerini numaralandırınız.
4. Birinci kan örneğini, 1 numaralı lamdaki üç bölmeye birbiriyle temas etmeyecek şekilde damlatınız.
5. Aynı işlemi, numaralandırmış olduğunuz diğer kan örnekleriyle 2. ve 3. lamlarda tekrarlayınız.
6. Her bir lamdaki kan damlalarının üzerine sırasıyla Anti-A, Anti-B ve Anti-D serumlarından damlatıp her birini ayrı bir kürdan yardımıyla karıştırınız (Damlattığınız üç kan damlasının ve serum miktarlarının yaklaşık aynı miktarda olmasına özen gösteriniz.).

Çökelmiş ve çökelmemiş kanın görünümü aşağıdaki gibidir:



7. Kan damlalarının içerisindeki alyuvarların çökelip çökelmediğini gözlemleyiniz (Çökelme olması, kan grubunun o serumun antijenini taşıdığı anlamına gelir. Anti-A serumu eklediğiniz kan damlasında çökelme olursa kanda A antijeni olduğu, Anti-B serumu eklediğiniz kan damlasında çökelme olursa kanda B antijeni olduğu, Anti-D serumu eklediğiniz kan damlasında çökelme olursa kanda Rh antijeni olduğu anlamına gelir.).
8. Kan örneklerinin serumlara verdiği reaksiyonlara göre kan gruplarını belirleyiniz.

Sonuç

1. A kan grubuna sahip bir bireye B kan grubu kan verilirse ne olur? Açıklayınız.
2. Aşağıdaki tabloda kan gruplarının çökelme gösterdiği serumları dairelerin içini X ile işaretleyerek gösteriniz.

	A Grubu	B Grubu	AB Grubu	0 Grubu
Anti-A	○	○	○	○
Anti-B	○	○	○	○
Anti-D	○	○	○	○

4. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, “dolaşım sistemleri” ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. interferon	7. bağ doku	13. triküspit
2. hemoglobin	8. perikard	14. sinoatrial düğüm
3. diastol	9. miyokard	15. tansiyon
4. biküspit	10. adrenalin	16. endokard
5. düz kas	11. asetilkolin	17. nabız
6. sistol	12. ödem	18. endotel

a) Kalp, dıştan içe doğru ...., ... ve .... olarak isimlendirilen üç katlı bir yapıdan oluşmuştur.

b) Kalp kasının kasılmasına ...., gevşemesine ise .... adı verilir.

c) Kalbin kendi kendini uyarabilmesini sağlayan ve kalp kasının kasılma hızını belirleyen, sağ kulakçığın üst arka duvarında bulunan yapıya .... adı verilir.

ç) Damarlardaki kanın damar çeperine yaptığı basınca .... adı verilir.

d) .... hormonu kalbin atış hızını arttırır.

e) Bazı akyuvar çeşitlerinden ve virüsle enfekte olmuş hücreler tarafından virüslere karşı üretilen özel antimikrobiyal proteinlere .... adı verilir.

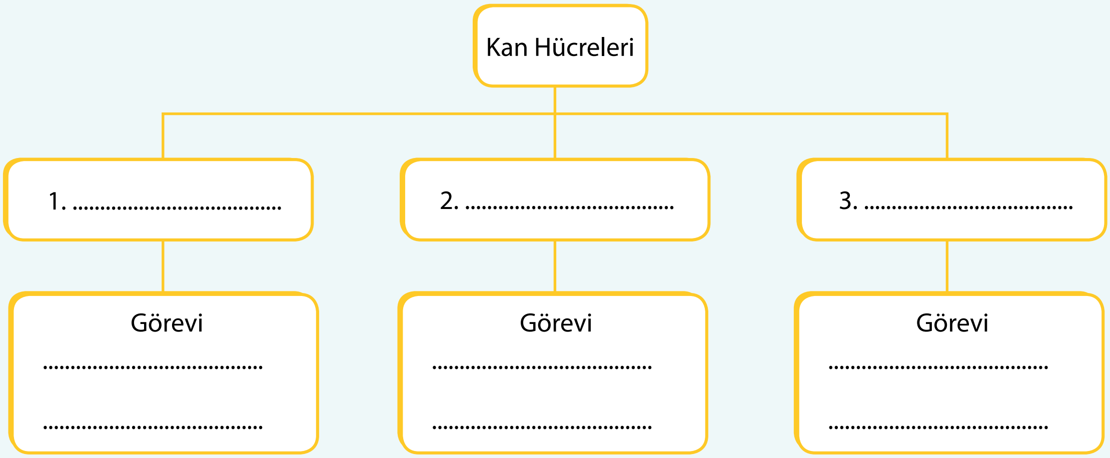
f) Atardamarlar üç tabakalı bir yapıya sahiptir. En dışta kolajen ve elastik liflerden oluşan ...., ortada elastik lifler de içeren .... ve en içte tek katlı yassı epitel dokudan oluşan .... bulunur.

g) .... hormonu kalbin atış hızını azaltır.

ğ) Alyuvarlarda, yapısında demir bulunan ve oksijen taşımaya yarayan .... adlı protein bulunur.

h) Kalbin sağ kulakçığı ile sağ karıncığı arasında bulunan kapağa .... kapak , sol kulakçık ile sol karıncık arasında bulunana ise .... kapak adı verilir.

2. **Aşağıdaki diyagramda boş bırakılan yerleri doldurunuz.**



3. **Aşağıdaki tabloda her kan grubunun sahip olduğu antijen ve antikoru yazınız.**

	AB Grubu	A Grubu	B Grubu	0 Grubu
Antijen	____________	____________	____________	____________
Antikor	____________	____________	____________	____________

4. **Aşı ve serum arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.**

....

....

....

5. **Anne-çocuk Rh uyuşmazlığının hangi durumda ortaya çıkmaktadır? Alınabilecek önlemleri araştırınız.**

....

....

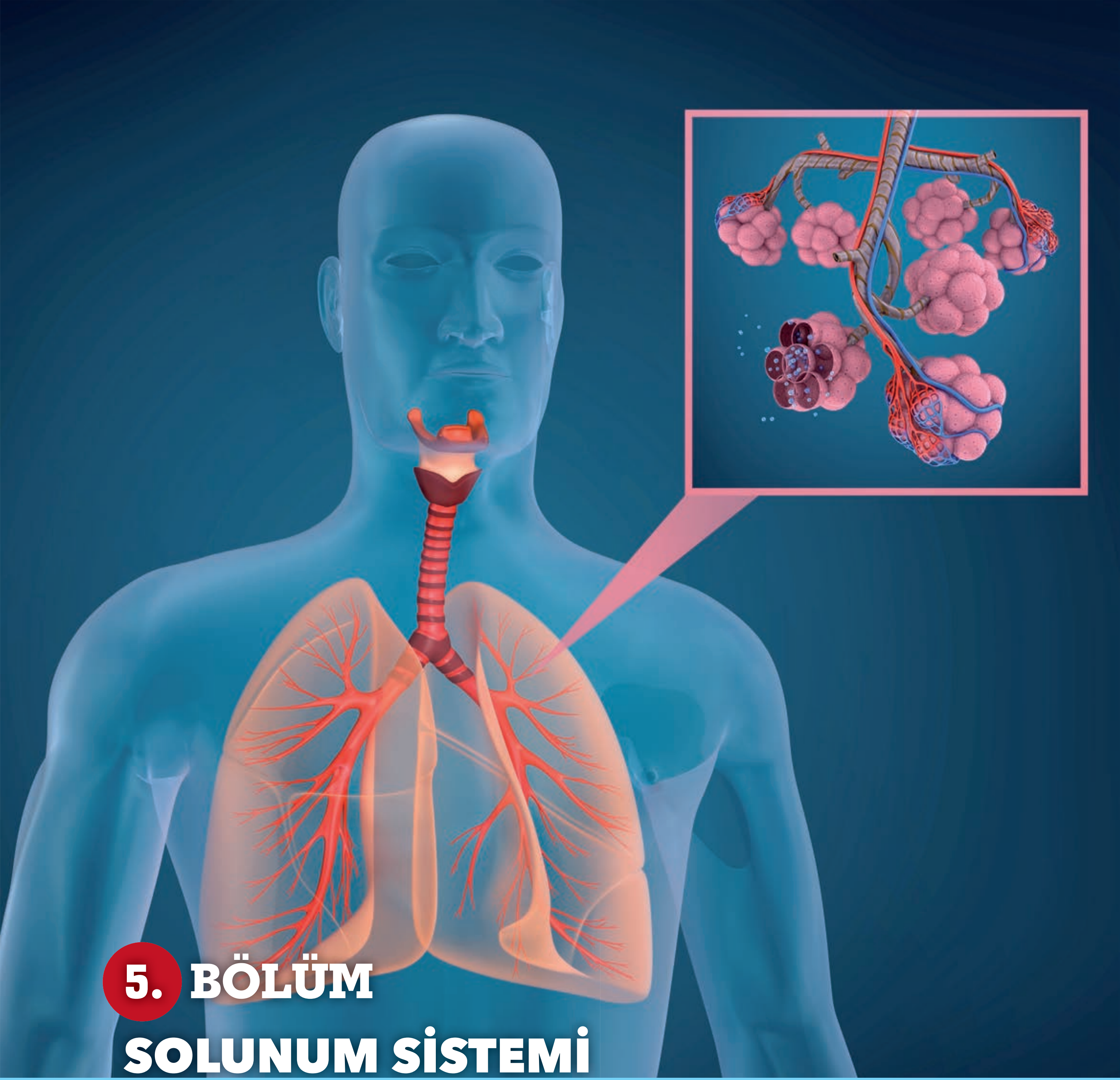
6. **Dolaşım sisteminin sağlığı için nelere dikkat etmeliyiz? Açıklayınız.**

....

....

7. **Aşağıdaki tabloda kanın belirtilen görevlerini açıklayınız.**

Kanın Görevleri	Kanın Görevlerine İlişkin Açıklamalar
Taşıma görevi	
Düzenleme görevi	
Savunma görevi	
Koruma görevi	



5. BÖLÜM

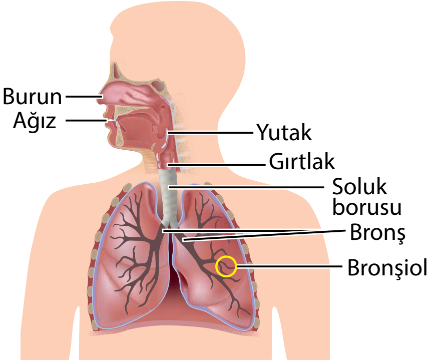
SOLUNUM SİSTEMİ

Solunum, canlıların hayatlarını sürdürmeleri açısından en önemli yaşamsal faaliyetlerden biridir. Bir süre nefesinizi tutmayı denerseniz bunun en fazla 3-5 dakika sürebildiğini, nefes = yaşam olduğunu kolaylıkla anlayabilirsiniz. Normal bir insan, günde ortalama 25 bin kez nefes alır. Her nefes alıp verişimizde soluduğumuz oksijen sayesinde vücudumuza aldığımız besinleri parçalayarak yaşamsal faaliyetlerimiz için gerek duyduğumuz enerjiyi üretmiş oluruz. Enerji üretimi sırasında oluşan karbondioksiti de yine solunum yoluyla vücudumuzdan dışarı atarız. Ayrıca solunum sırasında vücuttaki su buharının dışarı atılmasıyla vücut sıcaklığı da dengelenmiş olur. Bu bölümde, bizim için bu denli önemli olan solunum sistemimize ait organlar, bu organların işleyişi ve solunum sistemimizin sağlığı için dikkat etmemiz gereken noktalar ele alınacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Alveol
2. Bronş
3. Diyafram
4. Gaz taşınımı
5. Hemoglobin
6. Solunum

5. SOLUNUM SİSTEMİ



Şekil 1.112 Solunum sistemini oluşturan yapılar

Yeryüzündeki canlıların büyük bir çoğunluğu hayatta kalabilmek için oksijene ihtiyaç duyar. İnsan da yemek yemeden haftalarca, su içmeden 2-3 gün yaşayabilirken oksijensizliğe yalnızca birkaç dakika dayanabilir. İnsanda oksijen ihtiyacını karşılayabilmek için solunum sistemi gelişmiştir. Solunum sistemi burun, ağız, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerden oluşur (Şekil 1.112). Solunum sisteminin başlıca görevleri;

- Dışarıdan alınan havayı akciğerlere taşımak,
- Hava ile kan arasındaki gaz alışverişini sağlamak,
- Solunum yüzeyini çevresel faktörlerden, sıcaklık değişimlerinden ve hastalık yapıcı mikroplardan korumak,
- Burun yoluyla kokunun alınmasını sağlamaktır.

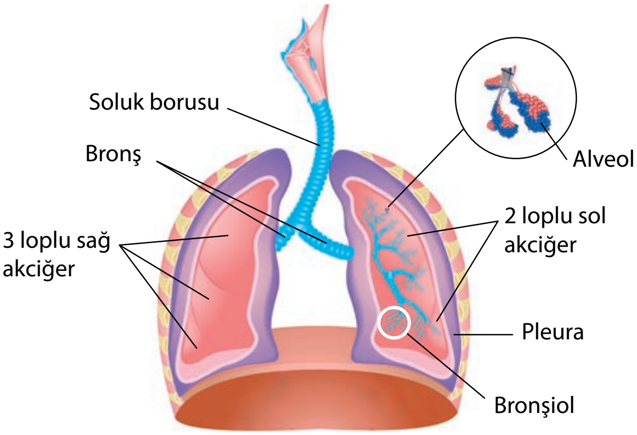
5.1. SOLUNUM SİSTEMİ ORGANLARI

Burun: Ağız ile birlikte solunum sisteminin dışa açılan kısmıdır. Burundan nefes alındığında alınan havadaki toz gibi yabancı maddeler burun kılları ve mukus salgıları tarafından tutulur, hava ısıtılır.

Yutak: 12-14 cm uzunluğunda, tüp biçiminde kas ve mukoza yapılı organdır (Şekil 1.112). Yutağın en üst bölümü burun boşluğuna, alt ucu ise yemek borusuna bağlıdır. Yutak solunum sistemi ile sindirim sistemini birbirinden ayırır.

Gırtlak: Alınan havanın solunum sistemi yoluna girdiği yerdir. Sesin çıkmasını sağlayan ses telleri burada bulunur. Ayrıca burada sindirim sistemi konusunda da anlatıldığı gibi **epiglottis** adı verilen, besinlerin soluk borusuna kaçmasını engelleyen kapak bulunur (Şekil 1.112).

Soluk borusu: 3-4 cm genişliğinde ve 11 cm uzunluğunda olup yaklaşık 20 adet at nalı şeklinde kıkırdak halkadan oluşur. İç kısmında mikroskopta görülebilen siller bulunur. Soluk borusunun yapısındaki goblet hücreleri, mukus salgılayarak solunan havanın temizlenmesini ve nemli kalmasını sağlar. Akciğerlere yakın bölgede sağ ve solda **bronş** adı verilen iki kola ayrılır. Bronşlar ise akciğerlere girdikten sonra ağaç gibi dallanarak **bronşiol (bronşçuk)** adı verilen daha küçük yapıları oluştururlar (Şekil 1.113).



Şekil 1.113 Akciğerlerin yapısı

Akciğerler: İnsanda iki tane olan akciğerler, süngerimsi yapıdadır. Akciğerler, **pleura** adı verilen çift katlı bir zar ile çevrilidir. İki zar arasında bulunan **pleura sıvısı,** nefes almayı kolaylaştırırken aynı zamanda kaburga kemiklerinin akciğere zarar vermesini de engeller.

Sağ akciğer, sol akciğere oranla biraz daha büyüktür. Sağ akciğer üç loptan, sol akciğer iki loptan oluşur. Her bir akciğerde akciğerin fonksiyonel birimi olan yaklaşık 300 milyon adet **alveol** bulunur (Şekil 1.113).

Alveoller: Akciğerin içinde bronşiollerin uç kısımlarında üzüm salkımına benzeyen, gaz değişiminin gerçekleştiği, yüzeyin artırıldığı tek katlı epitelden oluşan keselerdir (Şekil 1.113). Her bir akciğerdeki alveollerin toplam yüzey alanı yaklaşık 70 m^2dir. Alveollerde akciğer kılcal damarları ile hava arasında gaz alışverişi gerçekleşir. Ayrıca alveollerde bulunan epitel hücrelerinden salgılanan, fosfolipit ve proteinlerden oluşan *surfaktan* adlı madde alveollerin açık kalmasını sağlar.

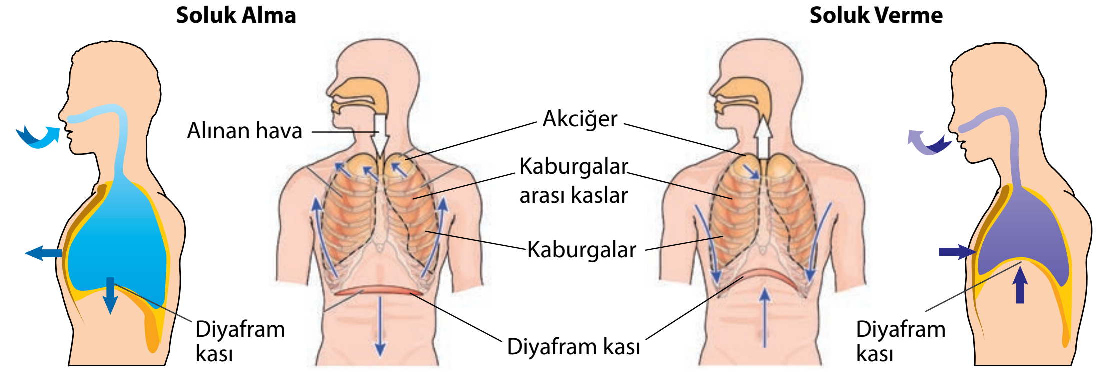
5.2. SOLUK ALIP VERME MEKANİZMASI

Akciğerlerin hava ile dolup boşalması olayına *soluk alıp verme* denir. Soluk alıp verme sırasında göğüs boşluğunun genişlemesi ve daralması sayesinde hava akciğerlere dolar ve boşalır (Şekil 1.114).

Soluk alma sırasında karın ve göğüs boşluğunu birbirinden ayıran diyafram kası ve kaburgalar arası kaslar kasılır. Diyafram kası düzleşir ve kaburgalar yukarı doğru yükselir. Göğüs boşluğu genişler, artan hacimle birlikte hava basıncı düşer. Dışarıdaki basınç daha yüksek olduğundan dışarıdan akciğerlere hava dolar.

Soluk verme sırasında ise diyafram kası ve kaburgalar arası kaslar gevşer. Diyafram kası yukarı doğru çıkar ve kubbeleşir, kaburgalar aşağı doğru iner. Göğüs boşluğunun hacmi azalır, iç basınç artar ve hava dışarıya atılır.

Soluk vermede göğüs boşluğu hacminin azalmasının yanı sıra, akciğerlerin geri yaylanma basıncının da etkisi vardır. Bu basınç, akciğerlerin yapısındaki elastik lifler ve pleura sıvısının neden olduğu yüzey gerilimi sayesinde oluşur. Böylece soluk alma sırasında enerji harcanırken soluk vermede enerjiye ihtiyaç duyulmaz.



• Kaburgalar arası kaslar kasılır ve kaburgalar yukarı doğru yükselir.	• Kaburgalar arası kaslar gevşer ve kaburgalar aşağı doğru iner.
• Diyafram kası kasılarak aşağı doğru iner, düzleşir.	• Diyafram kası gevşeyerek yukarı doğru çıkar, kubbeleşir.
• Göğüs boşluğu genişler, hacmi artar, basıncı düşer.	• Göğüs boşluğu daralır, hacmi azalır, basıncı artar.
• Dışarıdaki hava akciğerlere dolar.	• Akciğerlerdeki hava dışarı atılır.

Şekil 1.114 Soluk alıp verme mekanizması

Araştırınız

- *Soluk alıp verirken nelere dikkat etmeliyiz? Doğru soluk alıp verme teknikleri nelerdir?*
- *Nefes alıp verme sırasında alınan ve verilen hava içindeki O_2 ve CO_2 gazlarının oranları nasıldır?*

Solunum Hızı: Yetişkin bir insan bir dakikada yaklaşık 12-18 kez soluk alıp verir. Enerji ihtiyacının fazla olduğu egzersiz gibi durumlarda bu sayı artar. Çocuklarda soluk alıp verme yetişkinlere oranla daha hızlıdır.

Sinir sistemi bölümünde öğrendiğimiz gibi soluk alıp verme hızını omurilik soğanı denetler. Egzersiz vb. gibi durumlarda kaslardan kana geçen CO_2 (karbondioksit) artacağından kanın pH'ı düşer. Bu durum omurilik soğanını uyarır ve soluk alıp vermenin hızlanmasına neden olur.

5.3. SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

Solunum sistemi ve dolaşım sistemi birlikte çalışarak solunum görevini gerçekleştirirler. Solunum iki şekilde olur:

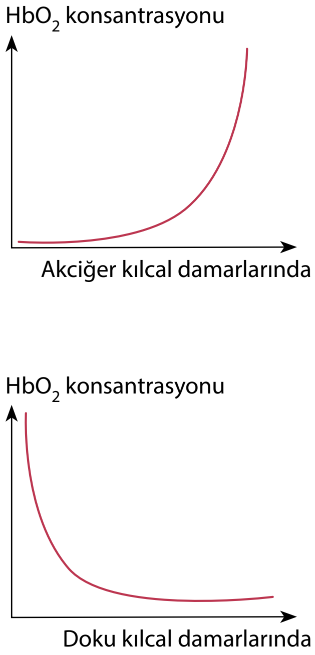
1. İç solunum: Vücuttaki doku hücreleri ve kan arasında gerçekleşen gaz alışverişine **iç solunum** denir. İç solunumda kandan hücrelere oksijen, hücrelerden kana ise karbondioksit ve su taşınır. Hücrelerde tüm yaşamsal olayların sürmesi için gerekli enerjiyi sağlayan iç solunumdur.

2. Dış solunum: Akciğerler yoluyla havadan alınan oksijenin kana verilmesi ve kandaki karbondioksitin yine akciğerler aracılığıyla dışarı atılması şeklinde gerçekleşen solunuma **dış solunum** denir.

5.3.1. OKSİJENİN TAŞINMASI

Hücrelerimizin ihtiyaç duyduğu oksijen (O_2), solunum ile akciğerlere alındıktan sonra buradan difüzyonla alveolleri saran kılcal damarlara geçer ve hücrelere taşınmaya başlar. Oksijen, suda çok az çözünen bir gaz olduğundan vücuda alınan oksijenin yalnızca %1,5'i kan plazmasında çözünmüş hâlde taşınır (Şekil 1.115). Geri kalan oksijen, alyuvarlarda bulunan hemoglobin (Hb) adlı solunum pigmenti ile taşınır. Hemoglobin, oksijeni tutarak oksihemoglobine dönüşür (Grafik 1.6). Oksihemoglobin taşıyan kan kalbe gelir ve buradan da bütün vücuda pompalanarak dokulara ulaşır.

Grafik 1.6. O_2 Taşımasında Akciğer ve Doku Kılcal Damarlarındaki HbO_2 Konsantrasyonu



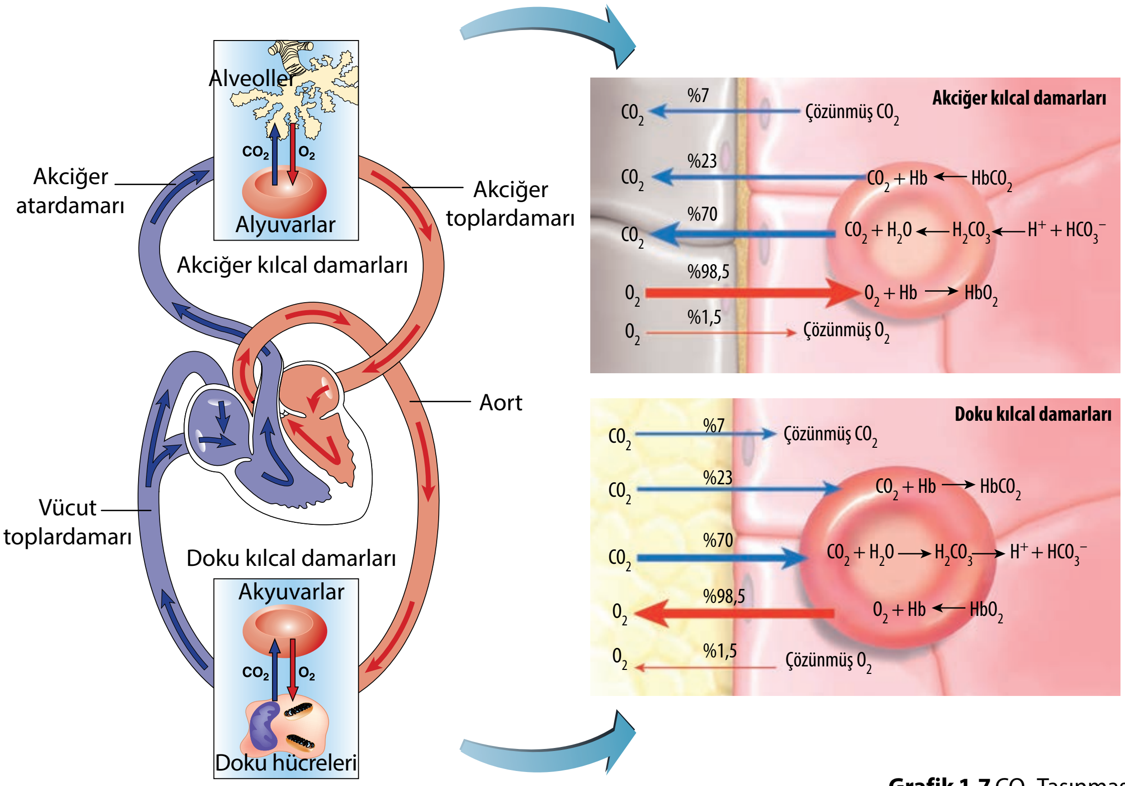
$Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$ (Akciğer kılcal damarlarında)
(Oksihemoglobin)

Bir alyuvarda yaklaşık 250-300 milyon kadar hemoglobin bulunur ve her bir hemoglobin 4 molekül O_2 bağlar. Buna göre her bir alyuvar 1 milyar kadar O_2 molekülü bağlayabilir. Oksijen taşıyan alyuvar, doku kılcal damarlarına geldiğinde oksijenin kısmi basıncının düşmesinden dolayı oksijeni bırakır ve plazmaya geçen oksijen, önce difüzyonla doku sıvısına, oradan da hücrelere ulaşır (Şekil 1.115). Hemoglobinin oksijeni bırakmasındaki önemli faktörlerden biri de doku kılcal damarlarındaki düşük pH'tır (yüksek asitlik). Kanda karbondioksitin kısmi basıncının artması neticesinde pH düşer ve bu da hemoglobinin oksijeni serbest bırakmasını sağlar. Buna **bohr etkisi** denir. Dokular bu sayede oksijen sağlar (Grafik 1.6).

$HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$ (Doku kılcal damarlarında)

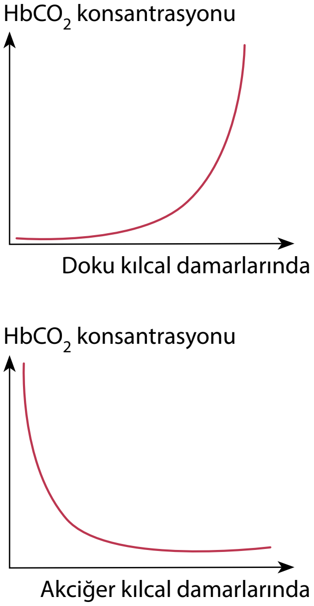
5.3.2. KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI

Hücre solunumunun ürünü olan karbondioksit, doku sıvısında hücre içine göre daha azdır. Bu nedenle karbondioksit önce hücrelerden doku sıvısına, doku sıvısından da kılcal damarlara geçer. Kanda karbondioksit (CO_2) taşınması üç şekilde gerçekleşir (Şekil 1.115):


Alveoller
CO_2
O_2
Alyuvarlar
Akciğer atardamarı
Akciğer toplardamarı
Akciğer kılcal damarları
Aort
Vücut toplardamarı
Doku kılcal damarları
Akyuvarlar
CO_2
O_2
Doku hücreleri
Akciğer kılcal damarları
%7 CO_2 ← Çözünmüş CO_2
%23 CO_2 ← CO_2 + Hb ← $HbCO_2$
%70 CO_2 ← $CO_2 + H_2O$ ← H_2CO_3 ← $H^+ + HCO_3^-$
%98,5 O_2 → O_2 + Hb → HbO_2
%1,5 O_2 → Çözünmüş O_2
Doku kılcal damarları
%7 CO_2 → Çözünmüş CO_2
%23 CO_2 → CO_2 + Hb → $HbCO_2$
%70 CO_2 → $CO_2 + H_2O$ → H_2CO_3 → $H^+ + HCO_3^-$
%98,5 O_2 ← O_2 + Hb ← HbO_2
%1,5 O_2 ← Çözünmüş O_2

Şekil 1.115 Akciğer ve doku kılcal damarlarında solunum gazlarının taşınma mekanizmaları

Grafik 1.7 CO_2 Taşınmasında Akciğer ve Doku Kılcal Damarlarındaki $HbCO_2$ Konsantrasyonu



1. Çözünmüş hâlde: Taşınan karbondioksitin yaklaşık %7'si kan plazmasında çözünmüş hâlde taşınır.

2. Karbominohemoglobin şeklinde: Karbondioksitin yaklaşık %23'ü hemoglobinin globini ile birleşerek karbominohemoglobin şekline dönüşür. Bu birleşme ortamdaki CO_2 konsantrasyonuna bağlıdır. CO_2'nin fazla olduğu doku kılcal damarlarında bağlanma gerçekleşirken akciğer kılcal damarlarında tam tersi gerçekleşir. Karbondioksit hemoglobinden ayrılarak önce kan plazmasına, daha sonra akciğere geçerek soluk verme ile dışarı atılır (Grafik 1.7).

$Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$ (Doku kılcal damarlarında)
(Karbominohemoglobin)
$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$ (Akciğer kılcal damarlarında)

Bunu biliyor musunuz?

Her yıl 9 Şubat günü, Dünya Sigarayı Bırakma Günü olarak anılmaktadır. Bu günde sigara içen bireylerin sigarayı bırakmalarına yönelik bütün dünyada ve Türkiye'de çeşitli kamuoyu oluşturma çalışmaları yapılmaktadır.

http://sakaryahsm.gov.tr
(Erişim Tarihi: 01.11.2017)

3. Bikarbonat şeklinde: Karbondioksitin %70'i bikarbonat şeklinde taşınır. Alyuvarlarda bulunan karbonikanhidraz enzimi sayesinde CO_2, su ile reaksiyona girerek karbonikasit (H_2CO_3) oluşur. Karbonik asit daha sonra hidrojen iyonu (H^+) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarına ayrılır. Açığa çıkan H^+ların bir kısmı hemoglobinlerle birleşerek bohr etkisi oluşturur. Bikarbonatlar ise plazmaya geçerek burada taşınır.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{karbonik anhidraz}} H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$Hb + H^+ \longrightarrow HHb$$

(Doku kılcal damarlarında)

Karbondioksitçe zengin kan önce kalbe gelir, kalpten de akciğerlere ulaşır. Akciğer kılcal damarlarında kan plazmasındaki bikarbonat iyonları, alyuvarlara girerek hemoglobinden ayrılan hidrojen iyonlarıyla birleşir ve tekrar karbonik asidi oluşturur. Karbonik asit ise karbonik anhidraz enziminin etkisiyle yeniden su ve karbondiokside ayrışır.

$$HHb \longrightarrow H^+ + Hb$$

(Akciğer kılcal damarlarında)

$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \xrightarrow{\text{karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O$$

Araştırınız

Ülkemizde yaygın olarak görünen mesleki solunum sistemi hastalıkları nelerdir, daha çok hangi meslek gruplarında görülmektedir? Bu hastalıkların önlenmesi için ne gibi tedbirler alınmalıdır? Araştırınız.

Soluk alırken alveol boşluğunda karbondioksit derişimi kandakine göre daha düşüktür. Bu nedenle karbondioksit, derişiminin yüksek olduğu akciğer kılcallarındaki alyuvarlardan, önce kan plazmasına sonra difüzyonla akciğer alveollerine geçer. Alveollerdeki karbondioksit soluk vermeyle alveol boşluğuna, oradan da vücut dışına atılır. Karbondioksidin uzaklaşmasıyla kan pH'ı yükselir, yani asitlik azalır. Böylece hemoglobinin oksijene ilgisi artar ve tekrar soluk aldığımızda alveollerden kana geçen oksijen, hemoglobine kolayca bağlanır. Solunumun döngüsü bu şekilde devam eder.

Solunum Sistemi Rahatsızlıkları

Karbonmonoksit (CO) Zehirlenmesi

Karbonmonoksitin hemoglobine olan ilgisi oksijeninkine oranla çok daha fazladır. Eğer solunan havada CO bulunursa hemoglobine bağlanır ve bu nedenle oksijenin taşınmasını azaltır. Bu durum hücrelerin oksijen ihtiyaçlarının karşılanmasını engeller ve hücreler ölmeye başlar. Kömür ve şofben zehirlenmeleri ortamda CO gazının artmasından kaynaklanır. Zehirlenme belirtileri olduğunda kişi hemen açık havaya çıkarılmalı ve saf oksijen solutulmalıdır. Yüksek oksijen, hemoglobini CO'dan ayırıp O_2'ye bağlanmasını sağlar.

Araştırınız

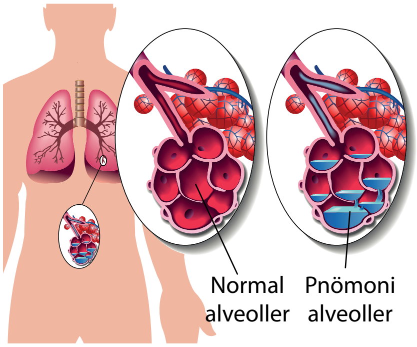
Sigaranın içinde hangi maddeler bulunur? Bu maddelerin insan sağlığına etkileri nelerdir?

Vurgun

Denizlerde derinliklere inildikçe basınç artar. Artan basınca bağlı olarak azot sıvı hâle geçer. Eğer kişi denizin derinliklerinde bir süre kalırsa ve hızla yüzeye çıkarsa sıvılar birden gaz hâline döner ve damarların içinde kabarcıklara dönüşür. Bu kabarcıklar damarların tıkanmasına neden olur ve ölüm, felç gibi ciddi sonuçlar doğurabilir.

Pnömoni (Akciğer İltihabı, Zatürre)

Akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda akciğerlerde sıvı ve kan toplanması hastalığıdır. Genellikle *Streptococcus pneumonia* türü bakteri tarafından oluşturulur. Ateş, öksürük, üşüme, soluk alıp vermede güçlük gibi belirtiler gösterir (Şekil 1.116).



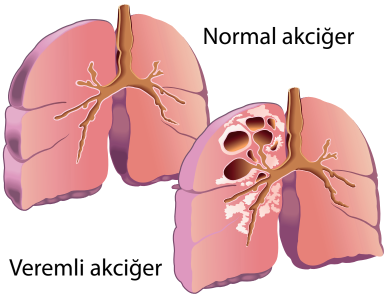
Şekil 1.116 Pnömoninin alveollere etkisi

Amfizem

Uzun süre sigara içilmesi, hava kirliliği olan ortamlarda yaşama, egzoz dumanları, aşırı tozlu ortamlarda bulunmak gibi faktörler solunum sisteminin yapısını bozar ve enfeksiyonlara neden olur. Alveoller esnekliğini kaybeder. Nefes alıp verme zorlaşır şiddetli nefes darlıkları görülür.

Tüberküloz (Verem)

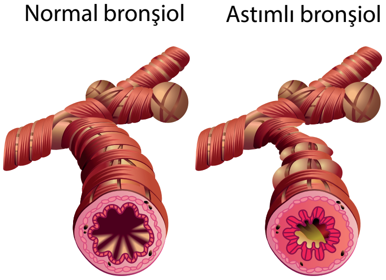
Mycobacterium tuberculosis türü bakteri tarafından oluşturulur. Bu bakteri farklı organlara yerleşip o organlarda da vereme sebep olabilmekle birlikte (Kemik veremi, cilt veremi gibi), çoğunlukla akciğerlere yerleştiğinden hastalık, akciğer veremi olarak anılmaktadır. Veremli hastaların öksürüklerinden saçılan bakteriler yoluyla insandan insana geçer. Genellikle kalabalık, havasız ortamlarda yaşayan ve bağışıklık sorunları olan insanlarda görülür. Veremde akciğerlerin bağ dokusunun elastikiyetinin azalması ve solunum yüzeylerinin kalınlığının artmasından dolayı gazların difüzyon kapasitesi düşer (Şekil 1.117).



Şekil 1.117 Veremin akciğerlere etkisi

Astım

Hava yollarının daralmasına sebep olan kronik bir iltihaplanmadır (Şekil 1.118). Soluk alıp vermede sıkıntılara neden olur. Polenler, mantar sporları, bazı besinler, asprin, soğuk hava, kirli hava, sigara dumanı akut astım krizine neden olabilir. Bunların etkisi ile küçük bronşiollerde mukus salgısı çok fazla artarak ödem oluşturur.



Şekil 1.118 Hava yollarının daralmasına neden olan astım hastalığı

Gırtlak Kanseri

Gırtlak bölgesinde bazı hücrelerin kontrolsüzce çoğalarak tümör halini alması sonucu ortaya çıkar. 50 yaş üzerinde yaygın olarak görülmektedir. Özellikle sigara ve alkol kullanımının etkisi olduğu bilinmekle birlikte kötü beslenme, uzun süre petrol, boya sanayi gibi alanlarda çalışma, reflü ve genetik faktörler de hastalığa neden olabilmektedir. Tümör genellikle ses tellerine yakın bölgelerde oluştuğundan ilk belirtileri ses kısıklığı ve ses kalitesinde değişikliklerdir. Ayrıca yutkunma zorluğu, boğaz ve kulak ağrısı, nefes darlığı, halsizlik, gırtlak bölgesinde şişlik gibi belirtileri vardır. Tedavisinde cerrahi müdahale, lazer tedavisi, radyoterapi veya kemoterapi yöntemleri uygulanmaktadır.

Akciğer Kanseri

En sık karşılaşılan nedeni sigara olup asbest, radon gazı, hava kirliliği, içme sularında bulunan yüksek düzeydeki arsenik veya genetik faktörler nedeniyle de ortaya çıkabilmektedir. Genellikle 45 yaşlarından sonra görülür. Erken teşhis çok önemlidir. Gelişen akciğer kanserinde belirtiler genellikle nefes darlığı, göğüs ağrısı, sesin kısılması, kanlı balgam çıkaran öksürük, ateş, ,iştah ve kilo kaybı şeklindedir. Oluşan tümör iyi huylu ise operasyonla uzaklaştırılır, kötü huylu ise kemoterapi (ilaçla tedavi) ve radyoterapi (ışın tedavisi) ile yok edilmeye çalışılır.

Solunum Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

1. Solunan havanın temiz ve nem oranının yeterli düzeyde olmasına özen gösterilmelidir. Fırsat buldukça orman, göl, deniz kıyısı gibi havası temiz olan yerlerde dolaşılmalıdır. Kalabalık, havasız ve tozlu yerlerde fazla durulmamalıdır.
2. Bulunulan ortam sık sık havalandırılmalıdır.
3. Hava akımı olan yerlerde (cereyan yapan yerlerde) durulmamalıdır.
4. Temiz havada düzenli spor yapılmalıdır.
5. Grip, nezle ve diğer solunum yolu hastalıklarına yakalanan kimselerden uzak durulmalıdır.
6. Bronşit, zatürre, astım gibi solunum sistemi hastalıklarında gecikmeden bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
7. Tütün ve tütün mamulleri gibi solunum sistemine zarar veren maddelerin kullanımından uzak durulmalıdır.
8. Mevsime uygun giyinilmelidir. Çok rüzgârlı ve soğuk havalarda boynu koruyacak giyecekler kullanılmalıdır.
9. Aşırı sıcak ve soğuk gıdalar yemek ve içmekten kaçınılmalıdır.
10. Burun, filtre görevi yaparak zararlı mikropları tuttuğu ve bunların diğer solunum organlarına geçişini engellediği için burundan nefes alınmalıdır.
11. Çocukken vereme karşı gerekli aşılar yapılmış olmalıdır.
12. Solunum sistemine zarar verebilecek durumların (toksik gazlar vb.) söz konusu olduğu ortamlarda çalışılırken maske takmak gibi koruyucu önlemler alınmalıdır.

OKUMA METNİ

PASİF İÇİCİLER DAHA FAZLA MI ZARAR GÖRÜYOR?

Pasif içiciler sigara dumanına maruz kaldıklarında sigara içenlere oranla daha fazla zarar görüyor. Sigaranın içinde yaklaşık 4.000 zararlı kimyasal madde bulunmaktadır. Pasif içiciler sigaranın içerdiği yaklaşık 3.700 kimyasal maddeden zarar görmektedirler. Sigara yakıldığında kişinin sigarayı içine çekmesi sırasında "ana akım", sigaranın kendiliğinden yanması sırasında da "yan akım" denilen duman akımları oluşmaktadır. Sigara içen kişi ana akım dumanından zararlı bileşikleri içine çekiyor. Sigara içen kişilerin yanında bulunan pasif içiciler ise yan akım dumanının zararlarına maruz kalıyor. Yan akım dumanının yanma sıcaklığının daha düşük olması ve sigaranın ağız kısmında bulunan filtreden geçmemesi nedeniyle yan akım dumanı, ana akım dumanından daha yüksek yoğunlukta nikotin, katran ve kanserojen bileşikler içermektedir.

Özlem Ak İkinci
Bilim ve Teknik, Ağustos 2010
(Kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

KOAH HAKKINDA...

KOAH'a Karşı Akdeniz Tipi Beslenme

Kronik Obstrüktif (Engelleyici) Akciğer Hastalığı (KOAH), ilerleyici bir akciğer hastalığıdır. Tütün ve tütün ürünleri, bazı mesleklerde karşılaşılan toz, duman, evlerde kullanılan odun, tezek, kök benzeri yakıtlardan çıkan dumanın solunması akciğerlerde bir çeşit iltihap oluşturarak akciğerlerin olduğundan daha erken yaşlanmasına neden olur. Hastalık müzmin bronşit ve amfizem olarak da bilinir.

Hastalığı ortaya çıkaran temel etken sigaradır. 1986 yılında başlatılan ve 43.000 kişinin izlendiği çok geniş kapsamlı bir çalışmada, yaşam biçimi, sigara kullanımı, egzersiz vb. yanı sıra, beslenme alışkanlıkları da ayrıca ele alınmış. "Akdeniz" (meyve, sebze, tahıl, balık vb.) ve "Batılı" tipi (işlenmiş gıdalar, işlenmiş kırmızı et, işlenmiş şekerler, kızartmalar, fast food vb) beslenme olarak ayrılan beslenme biçimlerinden birincisini tercih edenler, sonuçlara göre KOAH bakımından oldukça avantajlı durumda. Bu kişilerde KOAH ortaya çıkma olasılığı, diğer gruba göre % 50 daha az. Üstelik yaş, sigara kullanımı ve diğer risk faktörleri de hesaba katılarak. Akdeniz tipi beslenme biçimine ne kadar sadık kalınırsa riskin o kadar düştüğü de çalışmanın sonuçları arasında...

www.saglik.gov.tr (Erişim Tarihi: 10.10.2017)
Bilim ve Teknik, Haziran 2007
(Derlenmiştir.)

Derin Yüz Kırışıklıkları, Akciğer Hastalığının Habercisi Olabilir

Sigara içenler bundan hoşlanmayacak... Çünkü sigara içiyorsanız, orta yaş ve üzerindeyseniz, yüzünüzde normalden çok daha derin ve fazla sayıda kırışıklık oluşmuşsa Cambridge Üniversitesi araştırmacılarına göre KOAH hastalığına yakalanma olasılığınız diğer sigara içenlere göre beş kat fazla! KOAH, amfizem ve bronşit gibi hava yollarını tıkayan ve vücutta oksijen dolaşımını sınırlandıran bir dizi ilerleyici ve kalıcı (kronik) akciğer hastalığı için kullanılan terimdir. Sigara içmenin, deriyi zamanından önce yaşlandırdığı, ayrıca birçok KOAH vakasının da sigara kullanımına bağlı olarak ortaya çıktığı biliniyor. Yüz kırışıklarının derece ve derinliğinin, sigara içen birinde KOAH ortaya çıkması konusunda ipucu olup olamayacağını merak eden araştırmacılar, 78 aileden 149 kişiyle yaptıkları çalışma sonucunda tahminlerini güçlü bir şekilde doğrulayan sonuçlar aldılar.

Bilim ve Teknik, Temmuz 2006

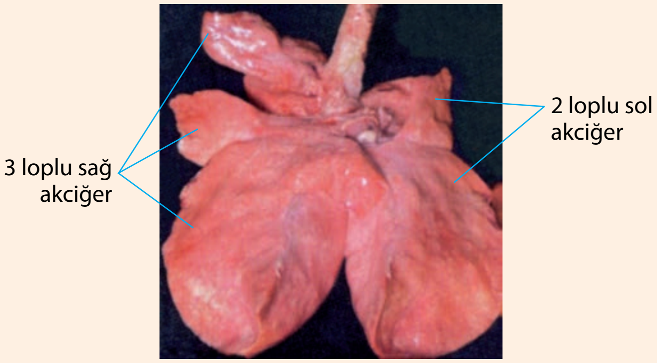
7. ETKİNLİK: AKCİĞER DİSEKSİYONU

Amaç: Akciğerin bölümlerinin incelenmesi

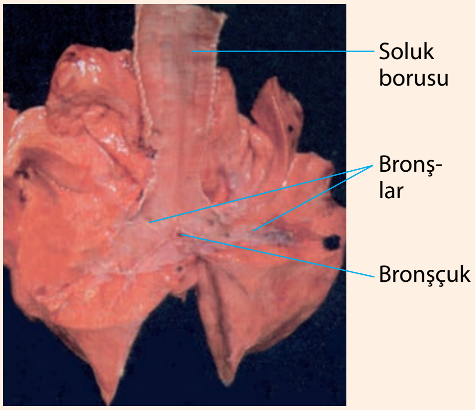
Araç Gereç: sığır veya koyun akciğeri (Soluk borusu kesik olmamalı.), pens, diseksiyon küveti, bisturi, eldiven, makas, kalın bir pipet

Uygulama

1. Akciğeri diseksiyon küvetinin üzerine ön kısmı yukarıda olacak şekilde koyunuz. Pipeti soluk borusuna yerleştiriniz. Elinizle pipeti soluk borusuna sıkıştırıp hava kaçmasını engelleyiniz ve üfleyerek akciğerleri şişiriniz. Şişen sağ ve sol akciğerin loplarını sayınız.



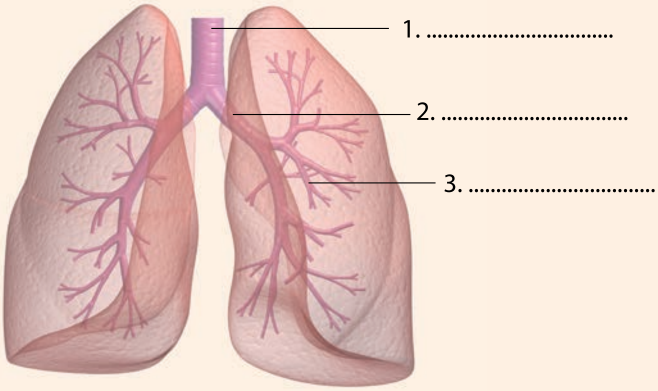
2. Soluk borusunu keskin bir makasla yandaki şekilde gösterildiği gibi kesiniz.
3. Soluk borusunu bronşlardan birinin olduğu tarafa dönerek kesmeye devam ediniz.
4. Bronşların daha dar kollar olan bronşçuklara ayrıldığını gözleyiniz, yandaki şekille karşılaştırınız.
5. Tespit ettiğiniz bronşçuklardan birini bisturi yardımıyla bronşçuğun içinde ilerleyerek kesiniz.



6. Bronşçukların son bulduğu yerlerde alveoller vardır ancak bunlar çok küçük yapılar olduğundan çıplak gözle görülemezler.

Sonuç

Yanda verilen şekil üzerinde boş bırakılan yerlere yapıların adını yazınız.



5. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, “solunum sistemi” ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. bronş	3. bohr etkisi	5. diyafram	7. alveol	9. yutak
2. surfaktan	4. bronşiol	6. pleura	8. pnömoni	10. amfizem

a) Soluk borusu, akciğerlere yakın bölgede sağ ve solda .... adı verilen iki kola ayrılır. Bu kollar ise akciğerlere girdikten sonra ağaç gibi dallanarak .... adı verilen daha küçük yapılara ayrılır.

b) Akciğerler .... adı verilen çift katlı bir zar ile çevrilidir.

c) Akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda oluşan ve akciğerlerde sıvı ve kan toplanmasına neden olan hastalığa .... denir.

ç) Akciğerlerin fonksiyonel birimleri olan ve etrafı kılcal damarlarla çevrili, alyuvar ve kılcal damarlar arasında oksijen ve karbondioksit değişimini sağlayan hava kesesi şeklindeki yapılara .... denir.

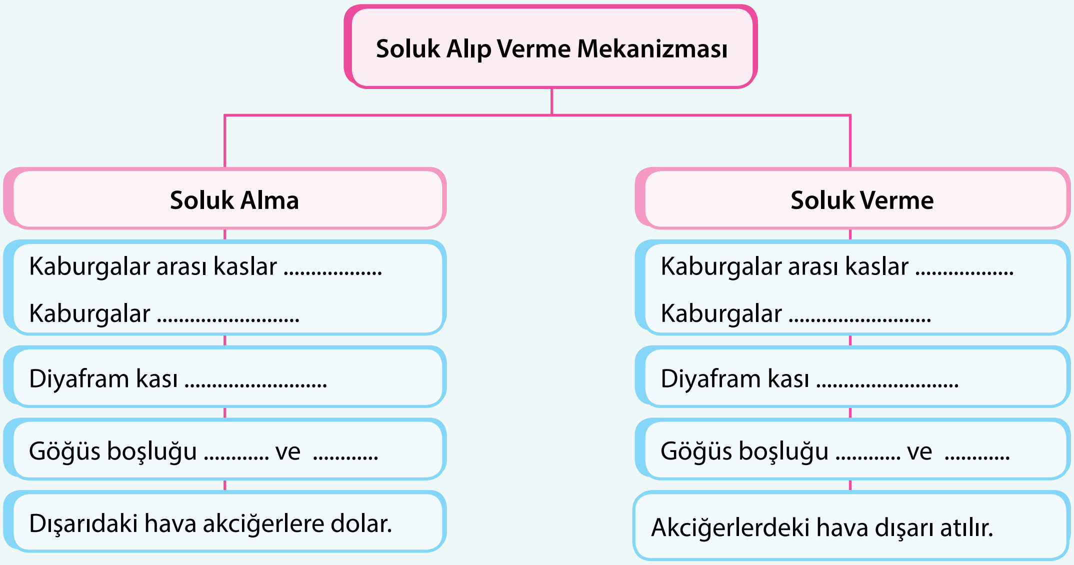
d) Göğüs boşluğunu karın boşluğundan ayıran kasa .... denir.

e) Alveollerdeki epitel hücrelerden salgılanan, fosfolipit ve proteinlerden oluşan .... adlı madde alveollerin açık kalmasını sağlar.

f) Kanda karbondioksitin kısmi basıncının artması ve pH’ın düşmesi sonucu, hemoglobinin oksijeni serbest bırakması olayına .... denir.

2. Aşağıdaki diyagramda boş bırakılan yerleri, verilen kelimeleri kullanarak tamamlayınız.

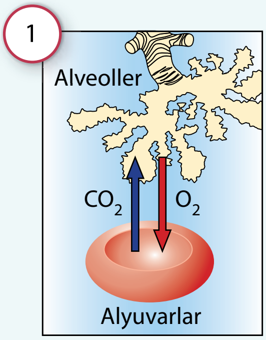
basıncı düşer, basıncı artar, kasılır, gevşer, düzleşir, kubbeleşir, genişler, daralır, yukarı doğru yükselir, aşağı doğru iner



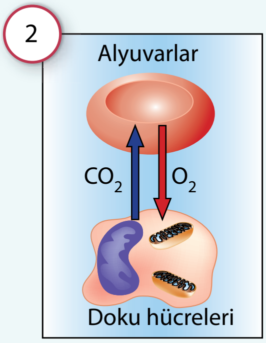
Soluk Alıp Verme Mekanizması

Soluk Alma	**Soluk Verme**
Kaburgalar arası kaslar .... Kaburgalar	Kaburgalar arası kaslar .... Kaburgalar ....
Diyafram kası	Diyafram kası ....
Göğüs boşluğu .... ve	Göğüs boşluğu .... ve ....
Dışarıdaki hava akciğerlere dolar.	Akciğerlerdeki hava dışarı atılır.

3. **Aşağıdaki şekillerde akciğer ve doku kılcal damarlarında gerçekleşen gaz alışverişleri gösterilmiştir. Buna göre aşağıdaki tabloda verilen tepkimelerden hangilerinin akciğer (1), hangilerinin doku kılcal damarlarında (2) gerçekleştiğini tablodaki dairelerin içini X ile işaretleyerek gösteriniz.**



Akciğer kılcal damarları



Doku kılcal damarları

	Tepkimeler	①	②
a)	$Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$	○	○
b)	$HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$	○	○
c)	$Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$	○	○
ç)	$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$	○	○
d)	$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$	○	○
e)	$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O$	○	○

4. **Karbonmonoksit zehirlenmesi nedir? Böyle bir durumda ilk yardım olarak neler yapılması gerektiğini açıklayınız.**

....

....

....

....

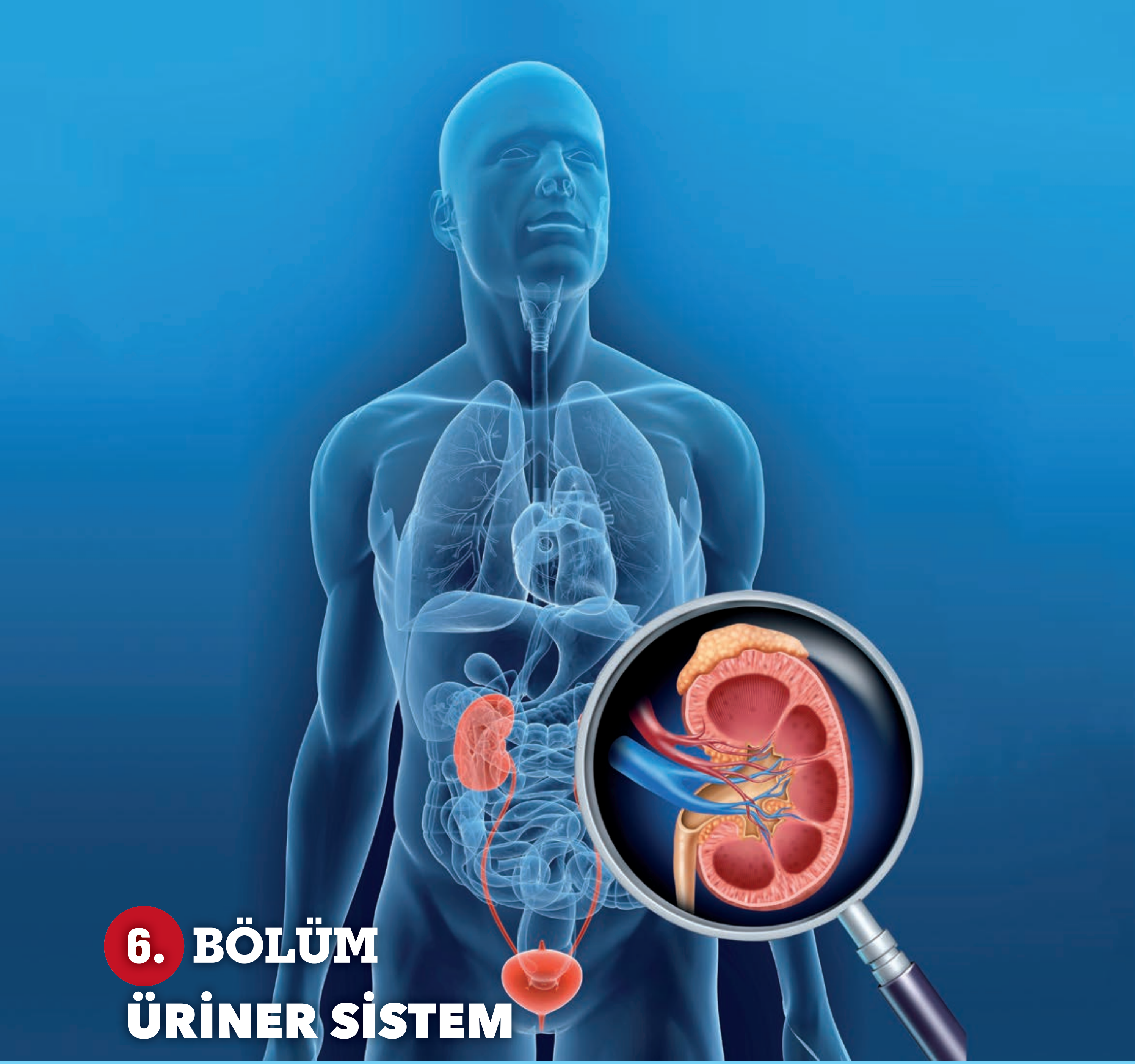
5. **Solunum sisteminin sağlığı için nelere dikkat etmeliyiz? Açıklayınız.**

....

....

....

....



6. BÖLÜM

ÜRİNER SİSTEM

İdrar, metabolizma sonucu üretilen atık maddelerin böbreklerde süzülmesi ile meydana gelen ve %95 oranında sudan oluşan sarı renkli bir sıvıdır. Normal bir insanın böbreğinde günde1,7-1,8 L idrar oluşur. Bu idrar olduğu gibi dışarı atılsaydı vücut için yararlı birçok maddenin sürekli vücuttan atılmasının yanı sıra yerine koymamızın güçleşeceği bir sıvı kaybı yaşanırdı. Oysa böbreğimizdeki yapılar sayesinde fazla suyun ve faydalı maddelerin geri emilimi gerçekleşir ve günlük çıkarılan idrar miktarı 1-1,5 L'ye düşer. İdrarla atık maddelerin vücuttan uzaklaştırılması, vücut fonksiyonlarının devamı ve vücudun iç dengesinin korunması için son derece önemlidir. Bu bölümde üriner sistemin organlarının yapı ve işlevleri ele alınacak ve idrar oluşumu detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Böbrek
2. Böbreğin yapısı
3. Böbrek nakli
4. Diyaliz
5. Mesane
6. Nefron
7. Üreter
8. Üretra

6. ÜRİNER SİSTEM

İnsan vücudunda aynı anda yüzlerce metabolik reaksiyon gerçekleşmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan atık maddeler nedeniyle homeostazi (kararlı iç denge) bozulabilmektedir. Üriner sistem, metabolik atıkları vücudun dışına atarak vücudun iç dengesini koruyan, dış ortamla su dengesini ayarlayan bir sistem olarak görev alır. Örneğin besinlerle alınan proteinler, sindirim sisteminde sindirildiklerinde amino asitlere dönüşür. Bu amino asitler hücrede katabolik solunum tepkimelerinde kullanıldıklarında enerjinin dışında atık maddeler de açığa çıkar (Şema 1.6). Üriner sistemin ve boşaltıma yardımcı organların görevi, bu atık maddelerin vücuttan uzaklaşmasını sağlamaktır.

$$\textbf{Protein} \xrightarrow{\text{Sindirim (hidroliz)}} \textbf{Amino asit} \xrightarrow{\text{Solunum}} \text{Metabolik atıklar}$$

$CO_2 \rightarrow$ Solunum sistemi ve deri yoluyla vücuttan uzaklaştırılır.

$H_2O \rightarrow$ Solunum sistemi, üriner sistem ve deri yoluyla vücuttan uzaklaştırılır.

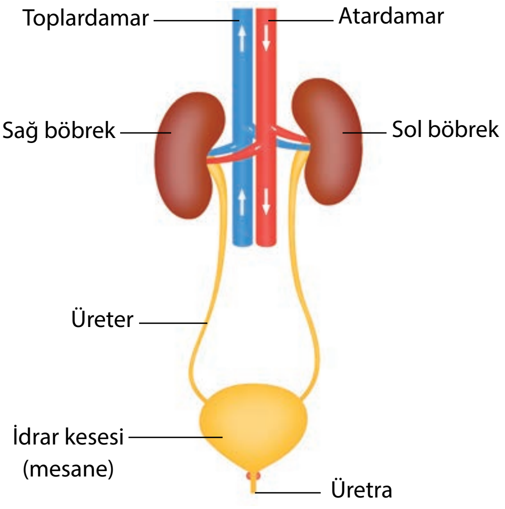
$NH_3 \rightarrow$ Üriner sistem ve deri yoluyla vücuttan uzaklaştırılır.

Şema 1.6 Proteinin parçalanıp atıkların vücuttan uzaklaştırılması süreci

İnsan vücudunda amino asitlerin yıkımı sonucunda oluşan NH_3, dolaşım sistemi yoluyla karaciğere gelir ve burada *Ornitin Döngüsü* adı verilen bir dizi tepkime sonucu, daha az zehirli olan *üreye* dönüştürülür. Üre, NH_3'e oranla daha az suyla (derişik olarak) atıldığından bu özellik memelilerde su kaybını azaltan bir adaptasyondur.

Üriner Sistemin Görevleri

- Kanın hacmini ve basıncını ayarlar. Kandaki fazla suyu idrar ile dışarı atar.
- Sodyum, potasyum, klor gibi elektrolitlerin kan plazmasındaki yoğunluklarını ayarlar.
- Kanın pH'ını ayarlar.
- Azotlu atıklar olan üre ve ürik asidin vücuttan uzaklaştırılmasını sağlar.
- Alyuvar yapımını sağlayan hormon olan eritropoietin hormonu üretir.

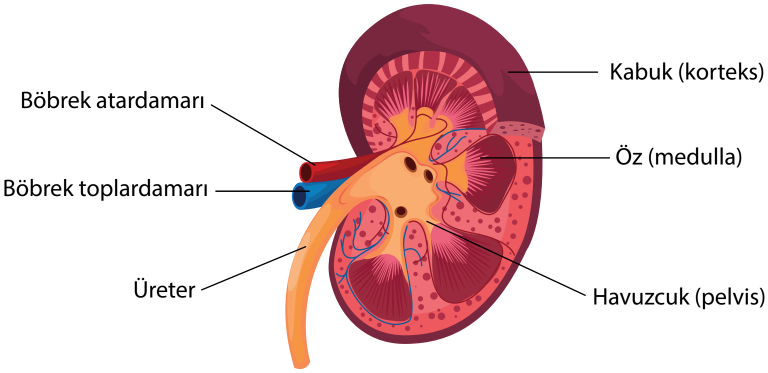


Şekil 1.119 İnsanda üriner sistem

Üriner sistem; böbrekler, üreter, üretra kanalları ve mesaneden (idrar kesesi) oluşur (Şekil 1.119). Kan, damarlar aracılığıyla böbreklere gelip burada süzüldükten sonra atıklar, üreter kanalı ile idrar kesesine taşınır. İdrar kesesinde bir süre depolanan atıklar, daha sonra üretra kanalıyla dışarı atılır.

6.1. BÖBREĞİN YAPISI

Yetişkin bir insanda karın boşluğunun arka tarafında omurganın iki yanında, her biri yaklaşık 150 g olan fasulye biçiminde bir çift böbrek bulunur. Böbrekler üç bölümden oluşur. Bunlar: **Kabuk (korteks), öz (medulla) ve havuzcuk**tur **(pelvis)** (Şekil 1.120).



Şekil 1.120 Böbreğin yapısı

Kabuk bölgesi, böbreğin en dış kısmıdır, idrar burada oluşur.

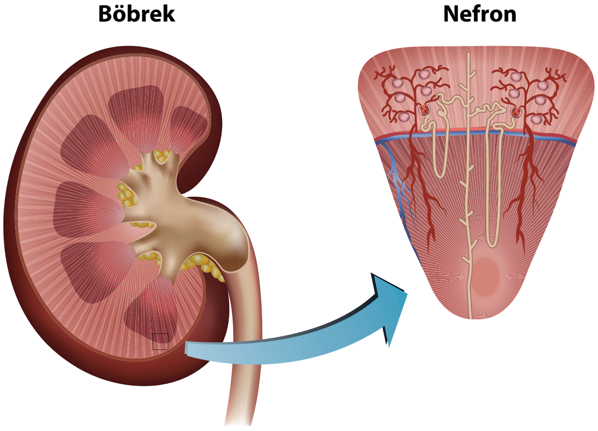
Kabuk bölgesinde oluşan idrar, öz bölgesinde bulunan toplama kanallarıyla havuzcuğa taşınır. Bu kanallar, öz bölgesinde piramit görünümlü **piramit kanallarını** oluşturur.

Havuzcuk, piramit kanallarıyla taşınan idrarın biriktirildiği bölgedir.

Nefron

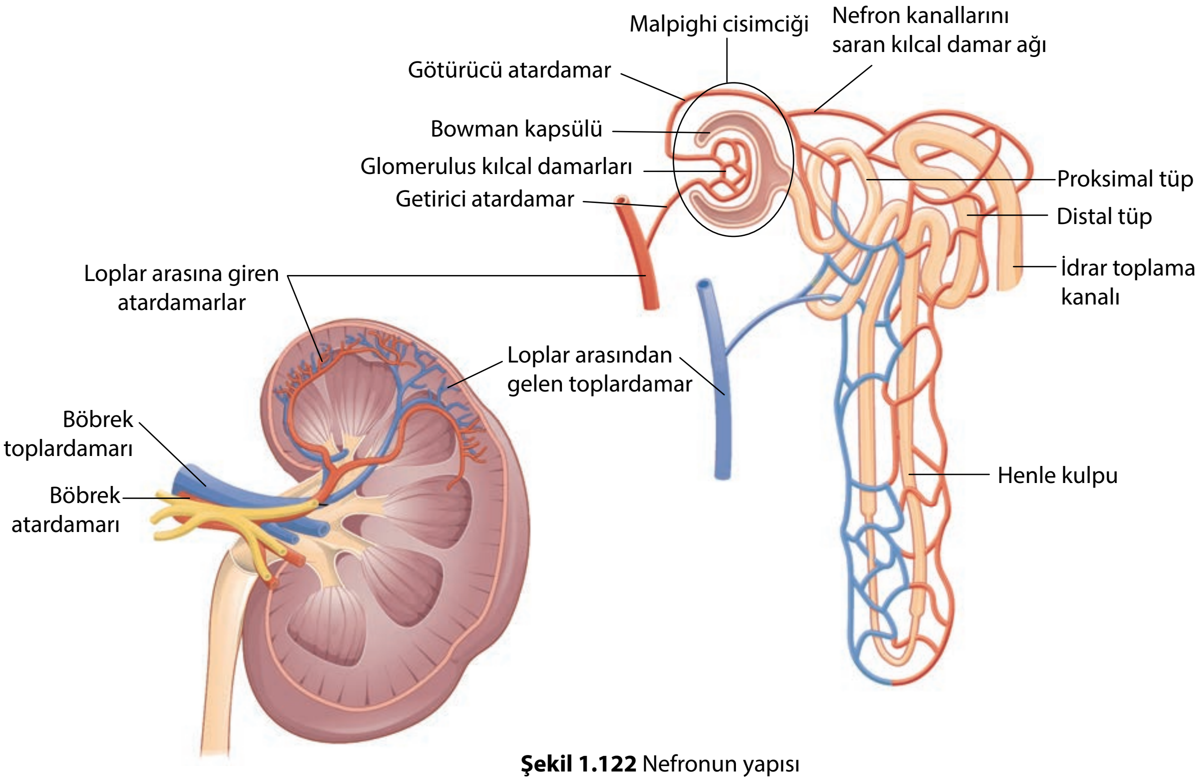
Böbrek, **nefron** adı verilen mikroskobik yapı birimlerinden oluşur (Şekil 1.121). Nefron aynı zamanda böbreğin idrar oluşumunu gerçekleştiren fonksiyonel yapı birimidir. Yetişkin bir insanda her böbrekte yaklaşık 1 milyon nefron bulunur. Her bir nefron, **malpighi cisimciği, proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp** adı verilen nefron kanallarından oluşur (Şekil 1.122).

Nefronun böbreğin kabuk kısmında kalan bölgesinde **Bowman kapsülü** ve kılcal damarlardan oluşan **glomerulus** bulunur. Bowman kapsülü, glomerulus kılcallarını saran yapıdır. İki yapıya birlikte **malpighi cisimciği** denir. Glomerulusta kanın süzülmesiyle oluşan süzüntü, Bowman kapsülüne geçer ve buradan da nefron kanallarıyla taşınmaya başlar. Glomerulusa kan getiren damara *getirici atardamar*, gomerulusta kan süzüldükten sonra çıkan damara ise *götürücü atardamar* denir.



Şekil 1.121 Böbrek, nefron adı verilen yapı ve görev birimlerinden oluşur.

Götürücü atardamarlar daha sonra nefron kanallarının etrafını saran kılcal damar ağını oluşturur. Bu kılcal damarlar nefron kanallarında ilerlemekte olan süzüntü içindeki yararlı maddeleri geri emerek tekrar dolaşım sistemine kazandırır ve buradan böbrek toplardamarına bağlanarak böbrekten çıkar (Şekil 1.122).


Malpighi cisimciği
Nefron kanallarını saran kılcal damar ağı
Götürücü atardamar
Bowman kapsülü
Glomerulus kılcal damarları
Getirici atardamar
Proksimal tüp
Distal tüp
İdrar toplama kanalı
Loplar arasına giren atardamarlar
Loplar arasından gelen toplardamar
Böbrek toplardamarı
Böbrek atardamarı
Henle kulpu

Şekil 1.122 Nefronun yapısı

6.2. İDRAR OLUŞUMU

Nefronlarda idrar oluşumu üç aşamada gerçekleşir. Bunlar **süzülme, geri emilim** ve **salgılama** olaylarıdır.

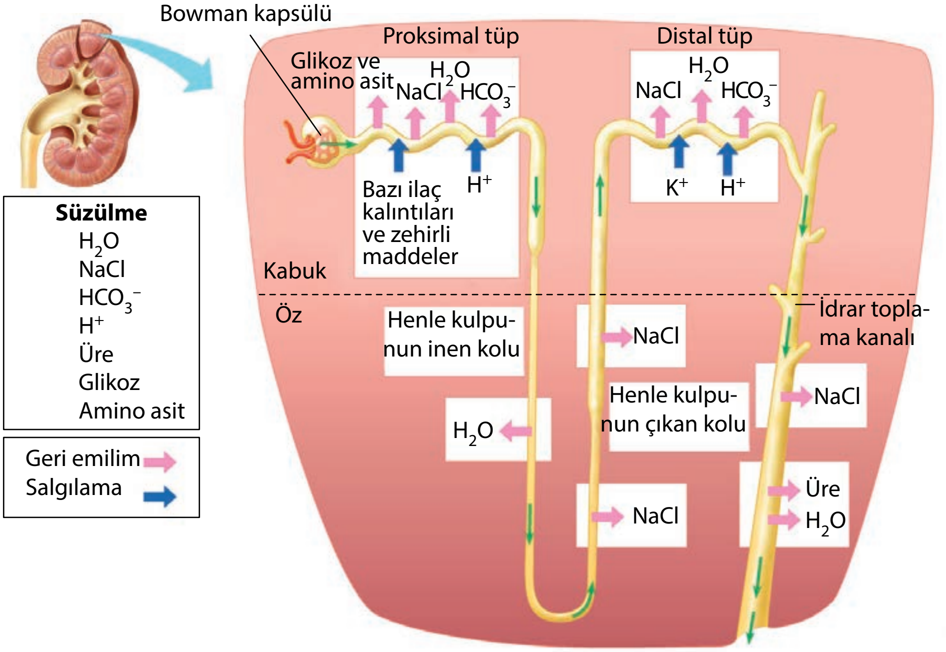
6.2.1. SÜZÜLME

Aorttan çıkan ve böbrek atardamarı ile böbreğe ulaşan kan, böbrekte öncelikle kabuk kısmına gelir ve nefronlara yayılmaya başlar. Nefronlarda bulunan glomerulus kılcal damar yumağında kanın içinde bulunan hücre zarından geçebilen küçük moleküller Bowman kapsülüne doğru süzülür (Şekil 1.123). Kanın içindeki su, glikoz, tuz, vitamin, üre gibi hücre zarından geçebilen maddeler Bowman kapsülüne geçer. Fakat protein, kan hücresi gibi büyük moleküller Bowman kapsülüne geçmez ve damarda kalır. Glomerulus kılcal damarları vücuttaki diğer kılcal damarlardan farklı özelliklere sahiptir. Bunlar:

- Glomerulus kılcallarında kan basıncı yüksektir ve damar boyunca sabittir. Bu yüksek basınçtan dolayı kan, kılcal damarlardan Bowman kapsülüne doğru tek yönlü olarak geçer.
- Glomerulus kılcallarının iki ucunda getirici ve götürücü atardamarlar bulunur, yani glomerulus kılcalları, iki atardamar arasındadır.
- Glomerulus kılcalları yüksek basınçta zarar görmemesi ve süzülmenin daha iyi gerçekleşmesi için çift katlı epitel dokudan oluşur.

6.2.2. GERİ EMİLİM

Glomerulustan Bowman kapsülüne süzülme ile geçen sıvı içerisinde sadece atıklar bulunmaz; aynı zamanda su, glikoz, amino asitler, vitaminler de bulunur. Bu maddelerin idrarla atılmadan tekrar kana geri kazandırılması gerekir. Glomerulustan çıkan götürücü atardamar daha sonra kılcal damarlar şeklinde nefron kanallarını sarar ve bu süzüntü içindeki maddeler nefron kanalından kan dolaşımına alınır. Bu olaya **geri emilim** denir (Şekil 1.123). Geri emilim difüzyon, osmoz ve aktif taşıma ile gerçekleştirilir.


Bowman kapsülü
Proksimal tüp
Glikoz ve amino asit
H_2O
NaCl
HCO_3^-
H+
Bazı ilaç kalıntıları ve zehirli maddeler
Distal tüp
H_2O
NaCl
HCO_3^-
K+
H+
Kabuk
Öz
Henle kulpunun inen kolu
H_2O
NaCl
Henle kulpunun çıkan kolu
NaCl
İdrar toplama kanalı
NaCl
Üre
H_2O
Süzülme
H_2O
NaCl
HCO_3^-
H^+
Üre
Glikoz
Amino asit
Geri emilim
Salgılama

Şekil 1.123 Böbreklerde süzülme, geri emilim ve salgılama olaylarının gerçekleşmesi

Proksimal tüpte; glikoz, amino asit gibi organik besinler ile bikarbonat (HCO_3^-), su (H_2O), potasyum (K) ve tuz (NaCl) kılcal damarlara geçer. Henle kulpunun inen kolu suya karşı oldukça geçirgendir. Burada su, kılcal damarlara doğru geri emilir. Henle kulpunun çıkan kolu ise suya geçirgen değildir. Buradan daha çok tuz geri emilir. Distal tüpte ise suyun, tuzun ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarının geri emilimi devam eder. Distal tüpte geri emilim üzerine hormonların da etkisi vardır. Hipofiz bezinden salgılanan ADH hormonu suyun geri emilimini artırarak kana daha fazla su geri emilmesini sağlarken idrar derişimini artırır. Aynı şekilde böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldosteron hormonu nefron kanallarından sodyum geri emilimini artırır ve potasyum atılımını sağlar.

Süzüntü idrar toplama kanalında ilerlerken suyun, tuzun ve ürenin geri emilimi tamamlanır ve süzüntü malpighi piramitleri ile havuzcuğa ulaştırılır.

Maddelerin geri emilimi kandaki yoğunluklarına bağlıdır. Her maddenin kandaki normal değerine **eşik değer** denir. Kandaki yoğunluğu eşik değerinin üzerinde olan maddelerin fazlası nefron kanallarından geri emilmez, idrarla vücuttan uzaklaştırılır. Örneğin şeker hastalarının kanındaki glikoz miktarı eşik değerin üzerinde olduğundan glikozun fazlası idrarla atılır. Oysa sağlıklı bir insanın idrarında glikoza rastlanmaz. Sağlıklı bir insanda glikoz ve amino asitlerin tamamı, suyun yaklaşık %99'u, tuzun %95'i, ürenin ise %50'si geri emilerek kana döner.

6.2.3. SALGILAMA (SEKRESYON)

Bazı ilaç kalıntıları; asidik ve bazik maddeler; amonyak (NH_3), hidrojen, bikarbonat, potasyum iyonları ve gıda boyalarının kandan uzaklaştırılabilmesi için kılcal damarlardan nefron kanallarına aktif taşıma yapılır. Bu olaya **salgılama** veya **aktif boşaltım** denir.

> **Böbrek atardamarı, böbrek toplardamarı ve üreter içindeki sıvılar karşılaştırıldığında üre miktarı en fazla olan kanal, böbrek atardamarıdır. Üre derişimi en fazla olan ise üreterdir.**

İdrar oluşum süreçleri dikkate alındığında böbrek atar ve toplardamarının içeriklerindeki madde yoğunlukları Tablo 1.7'deki gibi özetlenebilir:

Tablo 1.7 Böbrek Atar ve Toplardamarının İçeriğindeki Madde Yoğunluklarının Karşılaştırılması

	Su	Glikoz	O_2	Üre	Vitamin	Tuz	CO_2	Plazma proteini	Kan hücresi
Böbrek Atardamarı	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Az	Eşit	Eşit
Böbrek Toplardamarı	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Fazla	Eşit	Eşit

6.3. BÖBREĞİN GÖREVLERİ

Böbreklerin idrar oluşumu dışında da görevleri vardır. Böbreklerin görevleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Kandaki ürenin fazlasını uzaklaştırır.
2. Vücudun su ve mineral dengesini korur.
3. Kan hücrelerinden alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev alır. Böbreklerden salgılanan eritropoietin hormonu kemik iliklerini uyararak alyuvar yapımını sağlar. Bu nedenle böbrek yetmezliği olan kişilerde kansızlık (anemi) görülür.
4. Kan pH'ının sabit tutulmasında görev alır.

6.4. HOMEOSTAZİNİN SAĞLANMASINDA BOŞALTIM SİSTEMİNİN ÖNEMİ

Vücudun kararlı bir iç denge hâlinde tutulmasına *homeostazi* denildiğini daha önceki konularımızda öğrenmiştiniz. Homeostazinin korunması sağlıklı bir yaşam için çok önemlidir. Bunun sağlanabilmesi için çeşitli sistem ve organlar birlikte iş görür. Bunların başlıcaları böbrekler, deri, akciğer, sindirim sistemi organları ve karaciğerdir.

Böbrekler homeostazinin korunabilmesi için su ve mineral dengesini sağlar, kan basıncını ayarlar. Vücuttaki üre, ürik asit, amonyak, bilurubin, kas kasılması sonucunda açığa çıkan kreatinin gibi zararlı atıkları uzaklaştırır. Kanın pH'ının sabit tutulmasında görev alır.

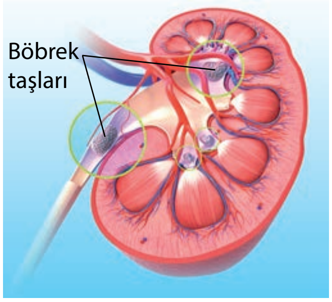
Homeostazinin korunmasında görevli diğer bazı organlar ve görevleri aşağıda verilmiştir:

- Karaciğer, zehirli NH_3'ü daha az zehirli olan üreye çevirir. İlaç kalıntıları, alkol gibi zararlı maddeleri daha az zararlı hâle getirir.
- Deri, ter bezlerinde gerçekleşen terleme ile, vücudun su ve tuz dengesini sağlarken aynı zamanda vücut ısısını ayarlar.
- Akciğer, kandaki CO_2'yi uzaklaştırarak hem kanda oksijen taşınmasını sağlar hem de kanın pH'ının sabit tutulmasında etkili olur.

Üriner Sistem Rahatsızlıkları

Böbrek Taşları

Genellikle havuzcuk kısmında oluşan böbrek taşları idrar yollarında aşağıya doğru ilerledikçe çok şiddetli ağrılara neden olur (Şekil 1.124). İdrar yollarında yaptığı tahribattan dolayı idrarda kan görülmesine neden olur. Taşlar genellikle kalsiyum içeriklidir.



Şekil 1.124 Böbrek taşları

Böbrek Yetmezliği

Böbreğin fonksiyonlarını tam olarak veya tama yakın derecede yapamaması durumuna böbrek yetmezliği denir. Böbrek yetmezliğinin en önemli belirtisi hiç idrar oluşturulmaması veya çok az oluşturulmasıdır. İdrarla atılması gereken maddeler atılamaz ve vücutta kalır. Yaralanma, kalp krizi, tansiyon, bakteriyel enfeksiyonlar, civa, arsenik gibi toksik maddeler ve böbrek taşları böbrek yetmezliğine neden olabilir.

Üremi

Kandaki üre, ürik asit ve kreatinin gibi azotlu bileşiklerin artmasından kaynaklanır. Böbreğin tam olarak fonksiyonunu yerine getirememesi sonucunda bu maddeler normal konsantrasyonlarının 10 katına kadar çıkabilir. Bu durumda iştahsızlık, bulantı, kusma, ağızda kötü tat ve koku, yüksek tansiyon, terle deri yüzeyine çıkan ürenin deride kristalleşmesi gibi belirtiler görülebilir.

İdrar Yolu Enfeksiyonu

İdrar yolu enfeksiyonu mesanenin ya da üretranın iltihaplanması şeklinde ortaya çıkabilir. Kadınlarda erkeklere nazaran daha sık görülür. Genellikle bakteri kaynaklıdır ancak bazı durumlarda mantarlar ve nadiren virüsler de neden olabilir. Sık ve acil olarak idrara çıkma, idrar yaparken yanma, kasık ağrısı, ateş, kötü kokulu, bulanık ya da kanlı idrar şeklinde kendini gösterebilir. Antibiyotikle tedavi edilir. Günlük en az 2 litre su tüketimi, soğuk havalarda özellikle ayaklar olmak üzere vücudun genel olarak sıcak tutulması, tuvalet sonrası hijyene ve genital bölgenin temizliğine özen gösterilmesi gibi önlemlerle hastalığa yakalanma riski azaltılabilir.

Araştırınız

- *Böbrek yetmezliği görülen kişilerde üriner sistemle ilgili sorunlar dışında başka ne gibi rahatsızlıklar oluşur?*
- *Böbrek taşı tedavisinde hangi yöntemler kullanılmaktadır? Böbrek taşı oluşumuna karşı alınabilecek önlemler nelerdir?*

Araştırınız

Fazla miktarda deniz suyu yutulması ne gibi tehlikelere yol açar, üriner sistemi nasıl etkiler?

Üriner Sistemin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

1. Böbreklerin rahat çalışması için bol sıvıya ihtiyaç vardır. Vücuda alınan sıvı miktarı özellikle sıcak ve kuru havalarda artırılmalıdır. Günlük 1,5-2 L su tüketilmelidir.
2. Böbrekler ve idrar yolları soğuktan korunmalıdır.
3. İdrar, uzun süre tutulmamalıdır. Böbrek taşları oluşabilir.
4. Aşırı acı ve baharatlı yiyecekler çok fazla tüketilmemelidir.
5. Tüketilen besinlerin temiz olmasına dikkat edilmelidir.
6. Kişisel temizliğe dikkat edilmelidir, derideki gözeneklerin açılması için düzenli banyo yapılmalıdır.
7. Bilinçsiz ilaç tüketiminden kaçınılmalıdır.
8. Diş çürükleri veya iltihaba yol açan mikroorganizmalar, kalıcı böbrek rahatsızlıklarına yol açabilir. Bu nedenle çürükler ve boğaz iltihabı zaman kaybedilmeden tedavi ettirilmelidir.

OKUMA METNİ

BÖBREKLERİMİZİN SAĞLIĞI

Kronik ve Akut Böbrek Yetmezliği

Böbreklerin işlevlerini zaman içerisinde kalıcı olarak kaybetmesi sonucunda kronik böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Uzun süren bazı hastalık veya durumlar, böbrek hücrelerinde kalıcı hasara yol açabilir. Böbrek hücreleri kendisini yenilemediği için ölen hücrenin yerini yenisi almaz. Bu nedenle böbreğin işlevsel kayıplarının geri dönüşü yoktur. Hasar görüp ölen nefronların işlevini diğerleri üstlenir. Geri kalan nefronlar çok daha fazla çalışmaya başlar. Nefron ölümü devam ediyorsa veya geri kalan nefronlar, üzerlerine binen fazla yükü kaldıramıyorsa zaman içerisinde işlev kaybı ilerleyerek kronik böbrek yetmezliğine yol açar.

Şeker hastalığı, yüksek tansiyon ve böbrek iltihabı, kronik böbrek yetmezliğine yol açan hastalıkların başında gelir. Bazı ilaçların uzun süreli kullanımı da böbreklerin çalışmasını bozabilir. Özellikle ağrı kesiciler bu tür ilaçların başında gelir. Etkin tedavisi yapılmayan boğaz enfeksiyonlarından sonra da böbrek yetmezliği görülebilir. Kişinin bağışıklık sisteminin kendisine karşı harekete geçerek böbreklere hasar verecek şekilde antikor üretmesi de böbrek yetmezliğine yol açabilir. Ailevi kistik böbrek hastalığı, böbrek tümörleri, damar sertliği, çeşitli kimyasal maddeler, taş hastalığı, tedavi edilmeyen idrar geri kaçışı ve böbrek tıkanıklıkları da kronik böbrek yetmezliğinin sebepleri arasındadır.

Böbreklerin işlevlerini aniden kaybetmesine akut böbrek yetmezliği denir. Ani işlev kayıplarının altında değişik sebepler yatar. Akut böbrek yetmezliği, genellikle altta yatan sebebin tedavi edilmesiyle düzelir. Ancak bazı durumlarda kalıcı hasara yol açarak kronik böbrek yetmezliğine de neden olabilir. Bu nedenle akut böbrek yetmezliğinin erken teşhisi ve etkin tedavisi hayati önem taşır. Belirtiler büyük ölçüde kronik böbrek yetmezliği ile aynı olup yapılan kan tahlili sonucunda üre ve kreatinin seviyelerinin arttığının görülmesi ile teşhis konur. Kronik böbrek yetmezliğinden temel farkı, tablonun çok ani gelişmesi ve altta yatan sebeplerin farklı olmasıdır.

Akut böbrek yetmezliğine yol açan çok sayıda durum ve hastalık vardır. Uzun süre sıvı alamamak en yaygın sebeplerdendir. Uzun süren ishalden ve ağır hastalıklarda vücudun yeterince sıvı alamamasından böbrekler olumsuz yönde etkilenir. Ani ve çok kan kaybı, şiddetli ve uzun süren kusmalar, bazı ilaçlar, enfeksiyonlar, idrar yollarında ve böbrek damarlarında tıkanıklıklar diğer sebepler arasında sayılabilir.

Tüm vücutsal işlevleri olumsuz etkileyen böbrek yetmezliğinin tedavisinde çok sayıda ilaç kullanılır. Bunlara ek olarak, hastalık son evreye geldiğinde diyaliz uygulanması gerekir. Kanın temizlenmesi olarak özetlenebilecek diyaliz işlemi, karından veya damar yoluyla yapılır. Böbrek nakli, bu hastalığın kesin tedavi yöntemi olarak kabul edilir.

Hemodiyaliz

Böbrekler işlevini yerine getiremeyince kanda zehirli atıklar birikmeye başlar. Vücut için zararlı olan bu maddeler belirli bir düzeyin üzerine çıktığında böbrek yetmezliğinin şikâyet ve belirtileri görülür. Kanda ürenin birikmesi, kreatinin ve potasyum düzeylerinin tehlikeli şekilde artmasına bağlı olarak aşırı hâlsizlik, kas krampları, nefes darlığı gibi şikâyetler de başladığında hemodiyaliz gereksinimi ortaya çıkar. Kanda biriken maddelerin ve fazla suyun vücut dışına alınması işlemine diyaliz denir. Bu maddelerin kan yoluyla dışarı alınması hemodiyaliz sayesinde olur. Hastanın kanı ince zarlardan oluşan borucukların içinden geçirilir (diyalizör). Bu zarların bir tarafında kan, diğer tarafındaysa normal vücut sıvılarıyla aynı konsantrasyona sahip özel bir sıvı (diyaliz solüsyonu-diyalizat) vardır. Fiziksel olarak, moleküller yoğun olan taraftan daha az yoğun tarafa doğru ilerleme eğilimindedir. Bu nedenle kan, zardan geçerken içerisinde yüksek oranda bulunan atık maddeler diğer tarafa, yani diyalizata doğru geçer. Bir taraftan kirli kan makineye verilirken çıkan temiz kan da diğer taraftan vücuda geri verilir. Zarın içerisinden defalarca geçen kan yaklaşık 4 saatlik diyaliz seansının sonunda temizlenmiş olur.

Hemodiyaliz, kişilerin yaşam kalitesini ve ortalama yaşam sürelerini düşürmekle kalmayıp ciddi bir iş gücü kaybına da yol açar. Tedavi sırasında kullanılan yüksek maliyetli ilaçları da hesaba katacak olursak hemodiyaliz tedavisi ülke ekonomisine oldukça ağır bir yük getirmektedir. Bütün bu nedenlerden dolayı, kronik böbrek yetmezliğinin kesin tedavisi kabul edilen böbrek nakli sayısının süratle artırılması gerekmektedir.

Böbrek Nakli ve Böbrek Bağışı

Kronik böbrek yetmezliğinin en etkin tedavisi böbrek naklidir. Böbrek nakli, temel olarak bir insanın böbreğinin bir diğer insana yerleştirilmesidir. Kişinin akrabalarından alınarak yapılan nakillere “canlı böbrek nakli”, beyin ölümü gerçekleşmiş bir kişiden alınan böbrekle yapılan nakle “kadavra böbrek nakli” denir. Bir kişiden alınan böbrek, hastanın kasığına yerleştirilir. Böbreğin atar ve toplardamarları kasıktaki damarlara bağlanır. İdrar kanalı da idrar kesesine (mesaneye) dikilir.

Böbrek naklinden sonra görülen en önemli sorun doku uyumsuzluğudur. Yabancı bir kişinin böbreği diğer kişiye takıldığında normal koşullarda vücut derhal tepki gösterir. Çoğu zaman böbrek nakli sonrasında hastaların hayat boyu bağışıklık sistemini baskılayıcı bazı ilaçlar kullanması gerekir.

Böbrek naklinde en önemli sorun yeterli sayıda böbrek vericisi olmayışıdır. Hastaların, kendileriyle uyumlu böbreğe sahip ve verici olmayı kabul eden bir akrabası bulunmayabilir. Bu durumda tek şansları, beyin ölümü gerçekleşen kişilerden alınan böbreklerle yapılacak olan kadavra böbrek naklidir. Batılı ülkelerde yapılan nakillerin yaklaşık %80’i kadavra kökenliyken ülkemizde durum bunun tam tersidir. Kısaca, kadavra böbrek sayısı yetersizdir. Bunun en önemli sebeplerinden biri beyin ölümü kavramının tam olarak bilinmemesidir. Beyin ölümü, geri dönüşü olmayan koma hâli olarak tanımlanır. Kalp, böbrek ve karaciğer gibi hayati organlar bir süre daha yaşamaya devam etse de beyindeki ana kumanda merkezleri geri dönülmez olarak hasar gördüğü için bir süre sonra tüm organların çalışması durur, yani ölüm kaçınılmazdır. Beyin ölümü gerçekleştikten sonra, kalbin durmasına kadar geçen süre bazen saatler bazen de birkaç gün sürebilir. Organların bu süre içerisinde alınması gerekir. Bir organ ancak kan dolaşımı durmadan alınırsa nakil için kullanılabilir. Kan dolaşımı durduktan sonraki 30-40 dakikada böbrekler ölür ve kullanılamaz. Bu nedenle bir hastanın beyin ölümü tespit edildikten sonra en kısa sürede hasta yakınlarından bağış için izin istenmesi gerekir. Beyin ölümü tespit edilen bir kişinin birçok organı kullanılabilir. Şu bilinmelidir ki ölen kişinin iki böbreği, karaciğeri, akciğeri, bağırsakları, korneaları ve hatta kemikleri birçok insanın hayatını kurtaracaktır. Bağış yapılmadığındaysa organlar toprağın altında çürüyecektir.

Ferda Şenel
Bilim ve Teknik, Nisan 2010
(Kısaltılmıştır.)

8. ETKİNLİK: BÖBREK DİSEKSİYONU

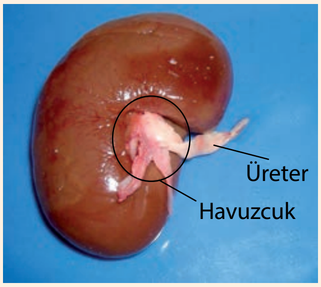
Amaç: Böbreğin bölümlerinin incelenmesi

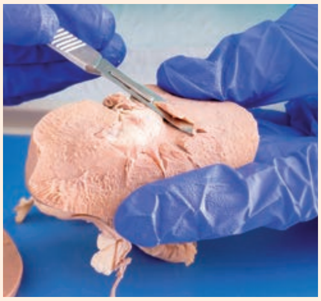
Araç Gereç: koyun böbreği, pens, diseksiyon küveti, bisturi, eldiven

Uygulama

** Çalışmanız sırasında mutlaka eldiven kullanınız.*

1. Böbreği diseksiyon küvetinin üzerine koyarak şeklini çiziniz.
2. Böbreğin üzerindeki yağ tabakasını temizleyiniz ve dış zarını dikkatlice çıkarınız.
3. Böbrek atardamarı ve toplardamarı ile üreterin yerini tespit ediniz.
4. Böbreği, keskin bir bisturi yardımıyla üreterin olduğu yerden şekildeki gibi enine kesiniz.
5. Böbrekteki yapıları çıplak gözle ve büyüteçle inceleyerek şekillerini çiziniz.

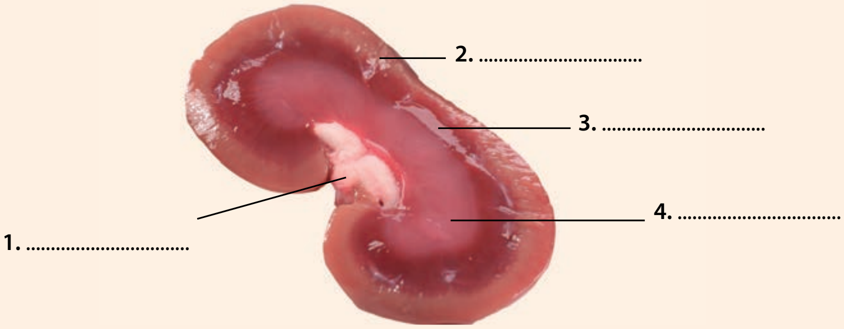




- Dana böbreğinin loplu bir yapısı olduğundan böbreğin klasik fasulye şeklindeki yapısını göremeyebilirsiniz. Bu nedenle koyun böbreğini tercih ediniz.
- Aldığınız böbreğin idrar kanalını görmek için üreter kısmın üzerinde olmasına dikkat ediniz.

Sonuç

Aşağıda verilen böbrek resmi ile kendi çiziminizi ve diseksiyonunu yaptığınız böbreği karşılaştırınız. Şekil üzerinde boş bırakılan yerlere yapıların adını yazınız.



6. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "üriner sistem" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. süzülme	7. diyaliz	13. böbrek atardamarı
2. Henle kulpu	8. proksimal tüp	14. medulla
3. üreter	9. distal tüp	15. nefron
4. aldosteron	10. üremi	16. piramit kanalları
5. geri emilim	11. malpighi cisimciği	17. ADH
6. üretra	12. mesane	18. salgılama

a) Böbreğin işlevsel birimine .... adı verilir.

b) Nefronlarda idrar oluşumu ...., ... ve .... olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.

c) Bowman kapsülü ile glomerulus kılcallarının birlikte oluşturduğu yapıya .... adı verilir.

ç) Kandaki üre, ürik asit ve kreatinin gibi azotlu bileşiklerin artmasından kaynaklanan üriner sistem rahatsızlığına .... denir.

d) Böbrek yetmezliği görülen kişilerin kanlarındaki zehirli maddelerin süzülmesi için bağlanmaları gereken tıbbi cihaza .... makinesi denir.

e) Böbreğe kan getiren damara .... denir.

f) Kan, damarlar vasıtasıyla böbreklere gelip burada süzüldükten sonra atıklar .... kanalı ile idrar kesesine taşınır. İdrar kesesinde bir süre depolanan atıklar, daha sonra .... kanalıyla dışarı atılır.

g) Nefron kanalları ...., ... ve .... olmak üzere üç temel kanaldan oluşur.

ğ) Kabuk bölgesinde oluşturulan idrarı havuzcuğa taşıyan kanallara .... denir.

h) .... böbreklerden suyun geri emilimini artıran hormon, ... ise tuzun geri emilimini artıran hormondur.

2. Aşağıdaki tabloda böbrek atardamarı ile böbrek toplardamarının içeriklerini, verilen maddelerin yoğunlukları açısından *az, fazla* **ve** *eşit* **kelimelerini yazarak karşılaştırınız**

	Su	Glikoz	O_2	Üre	Vitamin	Tuz	CO_2	Plazma proteini	Kan hücresi
Böbrek Atardamarı									
Böbrek Toplardamarı									

7. BÖLÜM

ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM

İnsanda üreme sistemi, diğer tüm memelilerde olduğu gibi neslin devamını sağlayan sistemdir. Üreme sisteminin temel görevi, üreme hücrelerinin oluşturulmasıdır. Sağlıklı hücreler ve sağlıklı bir işleyiş, aynı zamanda sağlıklı nesiller anlamına gelmektedir. Yeni bir bireyin oluşmasında ilk adım, erkek eşey hücresinin dişi eşey hücresini döllemesidir. Yumurtaya ulaşan binlerce spermden yalnızca biri yumurtayı dölleyebilir ve yeni bir insan yavrusunun temelleri atılmış olur. Bu noktada yeryüzünde yaşayan tüm insanların hayata oldukça şanslı başladıklarını söyleyebiliriz. Yaşamdaki en büyük şanslardan biri de sağlıklı bir vücuda sahip olmaktır. Sağlıklı olmak ve sağlığı korumak için vücudumuzun işleyişinden sorumlu tüm sistemler gibi üreme sisteminin sağlığı da çok önemlidir. Dikkat edilmediği takdirde ciddi rahatsızlıklar görülebilmektedir. Bu nedenle üreme sistemi ve sağlığı hakkında bilgi sahibi olmak yararlı olacaktır. Bu bölümde üreme sistemlerinin yapısı ve embriyonun gelişimi hakkında bilgi verilecek, üreme sisteminin sağlığını korumak için dikkat edilmesi gerekenler anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Büyüme
2. Embriyonik gelişim
3. Gelişme
4. Hamilelik
5. İn vitro fertilizasyon
6. Menstrual döngü
7. Ultrason
8. Üreme

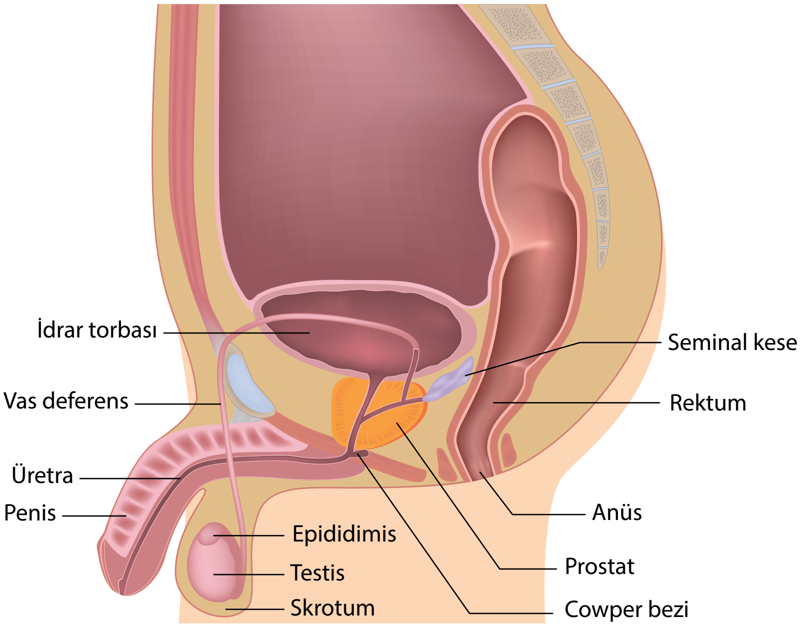
7. ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM

Üreme, canlıların ortak özelliklerinden biridir. Canlılar nesillerini devam ettirebilmek için üremek zorundadır. İnsanlar da diğer canlılar gibi üreme olayı ile yavrularını dünyaya getirirler ve nesillerini devam ettirir. Bu bölümde erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı, bu sistemlerin çalışmalarını kontrol eden hormonlar, üreme hücreleri, embriyonik gelişim süreci, in vitro fertilizasyon yöntemleri, hamilelik sürecinde anne ve bebekte gerçekleşen değişimler, üreme sisteminin sağlığı gibi konularda bilgi verilmiştir.

7.1. ERKEK ÜREME SİSTEMİ

7.1.1 ERKEK ÜREME SİSTEMİNİN YAPISI

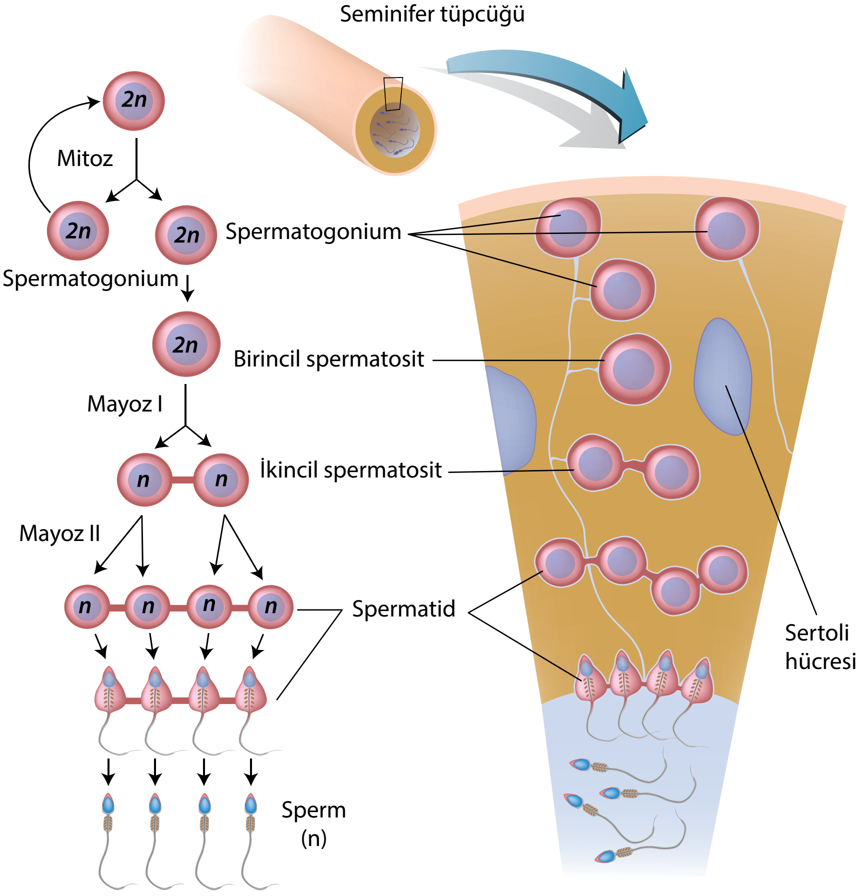
Erkek üreme sistemi spermin üretilmesi, olgunlaşması ve dışarıya atılmasını sağlayan yapılardan (testis, epididimis, vas deferens ve yardımcı bezler) oluşmaktadır (Şekil 1.125).



Şekil 1.125 Erkek üreme sisteminin yapısı

Testis: Yetişkin bir erkekte her biri yaklaşık 10-15 g ağırlığında bir çift testis bulunur. Spermin üretildiği yer olan testisler, erkek bebek henüz annesinin karnındayken vücudunun içinde oluşur ve doğuma yaklaşık 1 ay kala vücut dışındaki **skrotum** torbasına iner. Bunun sebebi sperm üretiminin vücut sıcaklığından düşük sıcaklıkta, yaklaşık 34 °C gerçekleşebilmesidir. Skrotumdaki kaslar sıcakta gevşeyerek sarkar ve testisleri vücuttan uzaklaştırır, soğukta büzüşerek toplanır ve vücuda yaklaştırır Bu sayede sperm üretiminin optimal sıcaklıkta gerçekleşmesi sağlanır.

Testislerin her birinin içinde yaklaşık 1000 kadar **seminifer tüpçükleri** isimli tüpler bulunur. Bu tüpler sperm üretiminin gerçekleştiği yerlerdir. **Spermatogenez** adı verilen sperm üretimi olayı testislerde çok sayıda sperm oluşumu ile son bulan bir süreçtir. Şekil 1.126'da inceleyebileceğiniz spermatogenez olayında sperm ana hücresi olan spermatogonium, seminifer tüpçüğünün dış kenarında yer alır ve farklılaşarak birincil spermatositi oluşturur. Ardından birincil spermatosit ilk olarak mayoz I sonucunda ikincil spermatositleri, daha sonra mayoz II sonucunda spermatid hücrelerini oluşturur. Sonuç olarak art arda gerçekleşen iki mayoz bölünme ile bir tane birincil spermatositten dört tane haploit spermatid oluşmuştur. Bu spermatidlerin her biri olgunlaşarak üreme hücreleri olan spermleri oluşturur ve seminifer tüpçüğünün boşluk kısmına doğru ilerler. Spermatogoniumdan sperm oluşma süreci 65-75 gün sürer.



Şekil 1.126 Spermatogonez

Testislerin içinde farklı görevlere sahip hücreler de bulunur. Bunlardan **Leydig hücreleri** testosteron hormonu üretir, seminifer tüplerinin içinde bulunan **Sertoli hücreleri** ise spermin olgunlaşmasını sağlayan besleyici destek hücrelerdir. Bu destek hücreleri aynı zamanda inhibin adlı hormonu üretir (Şekil 1.126)

Epididimis: Testisin arkasında bulunan epididimis yaklaşık 6 m uzunluğunda, kıvırımlı yapıya sahip bir kanaldır. Seminifer tüpçüklerinden çıkan spermler epididimise geçerek burada hareket ve dölleme yeteneği kazanır. Spermin epididimisteki yolculuğu 20-25 gün kadar sürer.

Bunu biliyor musunuz?

40 yaş üzeri erkeklerin çoğunda ve 70 yaş üzeri erkeklerin hemen hepsinde görülen iyi huylu prostat büyümesi, hayati risk taşımayan ancak yaşam kalitesini azaltan bir rahatsızlıktır. Bu hastalıkta prostat bezi büyüyerek idrar yolunu sıkıştırıp daraltır. Bu durum, idrar kesesinin tam boşaltılamamasına ve tedavi edilmezse idrarın böbreklere kaçıp, işlevsel bozukluğa yol açmasına sebep olabilir. Prostat kanseri ise erkeklerde en sık görülen kanser türlerindendir. Ameliyat ya da hormonları inhibe eden ilaçların kullanımı ile prostat bezinin aktivitesini ve büyüklüğünü azaltma yoluna gidilerek tedavi edilir.

Prostat kanserinin erken tanısı için bazı tarama yöntemleri kullanılır. Erkeklerin 50 yaşından sonra yılda bir kez üroloji uzmanına giderek tarama yaptırması önerilmektedir.

http://kanser.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2017)

Campbell. N.A., ve Reece, J. B. (2008). Biyoloji (Altıncı Baskı) (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

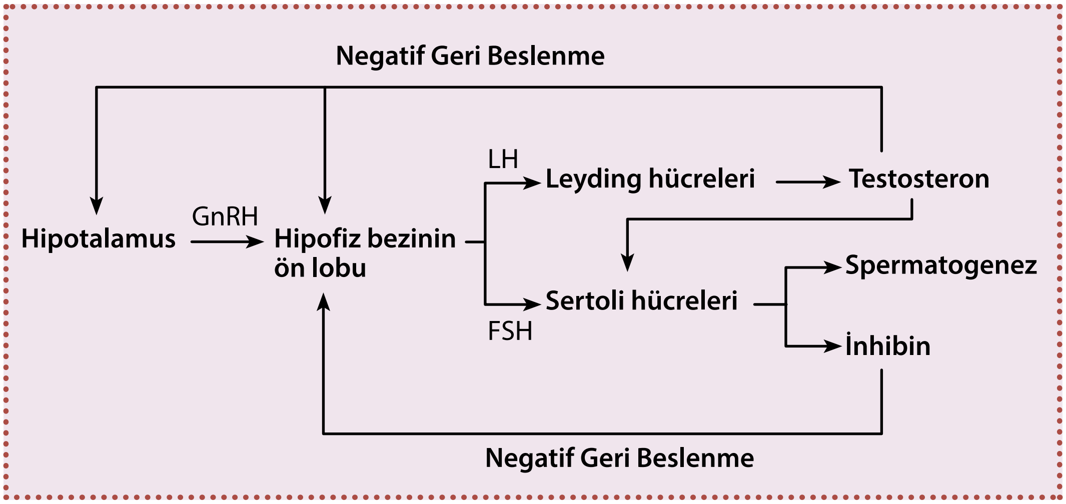
Vas Deferens: Epididimiste hareket ve dölleme yeteneği kazanan spermler buradan çıkarak vas deferens kanalına gelir. Vas deferens kanalından geçen spermler salgı bezlerinden gelen salgılarla birleşir ve üretra kanalından geçerek penisten dışarı atılır.

Yardımcı Bezler: Spermler üretra kanalından üreme sisteminin elemanı olan yardımcı bezlerin salgıladığı salgılarla beraber dışarı atılır. Sperm ve salgılardan oluşan sıvıya **semen** adı verilir. 1 ml semen içinde yaklaşık 100 milyon sperm hücresi bulunmaktadır. Semen hacminin yaklaşık %95'i yardımcı bezlerin salgılarından oluşmaktadır. 3 farklı yardımcı bez bulunmaktadır. Bunlar **seminal bez, prostat bezi ve Cowper bezi**dir. Bu bezlerin salgıladıkları sıvıda spermlerin canlılıklarını koruyabilmeleri ve döllemeyi gerçekleştirebilmeleri için gerekli maddeler bulunur.

7.1.2. ERKEK ÜREME SİSTEMİNİN HORMONAL KONTROLÜ

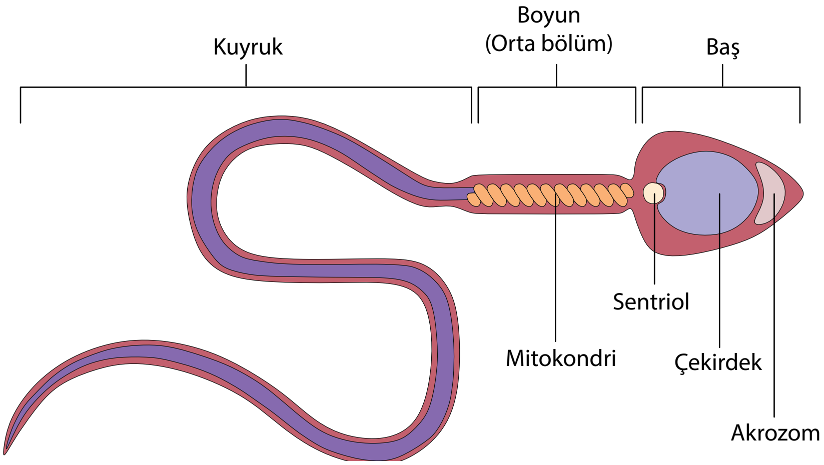
Erkek üreme sisteminin düzenli çalışmasında hipotalamus, hipofiz ve eşeysel bezlerden salgılanan hormonlar etkilidir.

Üreme sistemindeki hormonların miktarları **geri besleme (feed back)** mekanizmaları ile ayarlanmaktadır. Hipotalamus tarafından salgılanan gonadotropin salgılatıcı hormonu (GnRH), hipofiz bezinin ön lobundan FSH ve LH hormonlarının salgılanmasını uyarır. FSH hormonu Sertoli hücrelerini uyararak testislerdeki spermatogenez olayını gerçekleştirir. Sertoli hücrelerinin ürettiği inhibin hormonunun artması, hipofiz bezinin ön lobunu uyarır ve dolayısıyla spermatogenezi yavaşlatır. LH hormonu ise testislerdeki Leydig hücrelerini uyararak buradan testosteron salgılanmasını sağlar. Leydig hücreleri tarafından salgılanan testosteron, sperm üretimini, sperm kanallarının ve dış üreme organlarının gelişimini sağlar. Aynı zamanda ikincil eşey karakterleri olan sesin kalınlaşması, sakal ve bıyık çıkması, kasların büyümesi üzerinde de etkilidir. Testosteron hormonunun fazla üretilmesi, hipofiz ve hipotalamusun uyarılarak GnRH ve LH salgılarının azaltılmasıyla sonuçlanır.



7.1.3. ERKEK ÜREME HÜCRESİ

Erkek üreme hücresi olan spermin yapısı, yumurtaya ulaşıp döllemeyi gerçekleştirmesi için uygundur (Şekil 1.127) Yaklaşık 60 mikrometre uzunluğunda olan sperm baş, boyun ve kuyruk olmak üzere üç bölümden oluşur. Baş kısmında çekirdek ve akrozom adı verilen yapı bulunur. Akrozom içerisinde yumurta zarının delinmesini sağlayan enzimler vardır. Boyun kısmında spermin hareketi için gerekli enerjinin üretildiği mitokondri bulunur. Spermin hareketini sağlayan kuyruk bölgesi ise en uzun bölgedir. Bir sperm dakikada yaklaşık 4 mm yol alabilir.


Kuyruk
Boyun
(Orta bölüm)
Baş
Sentriol
Mitokondri
Çekirdek
Akrozom

Şekil 1.127 Sperm hücresi

Bunu biliyor musunuz?

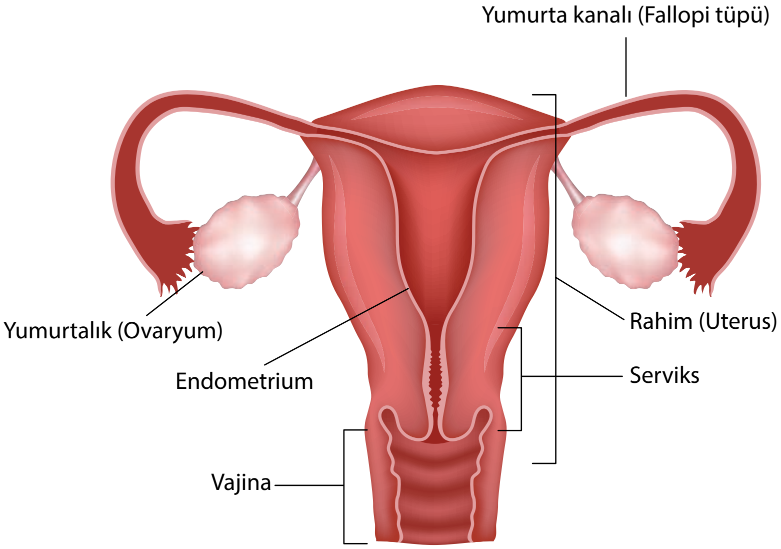
Spermin, haploid çekirdeğini aktarmasının yanı sıra, zigota sağladığı bir diğer önemli katkı da sentrioldür. Bir başka deyişle zigotun bölünme olayları boyunca kullanacağı sentrioller, sperm hücresi tarafından sağlanmaktadır.

Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. & Berenbaum, M. (2009). Life: The Science of Biology. (Ninth Edition). Sinauer Associates Inc.

7.2. DİŞİ ÜREME SİSTEMİ

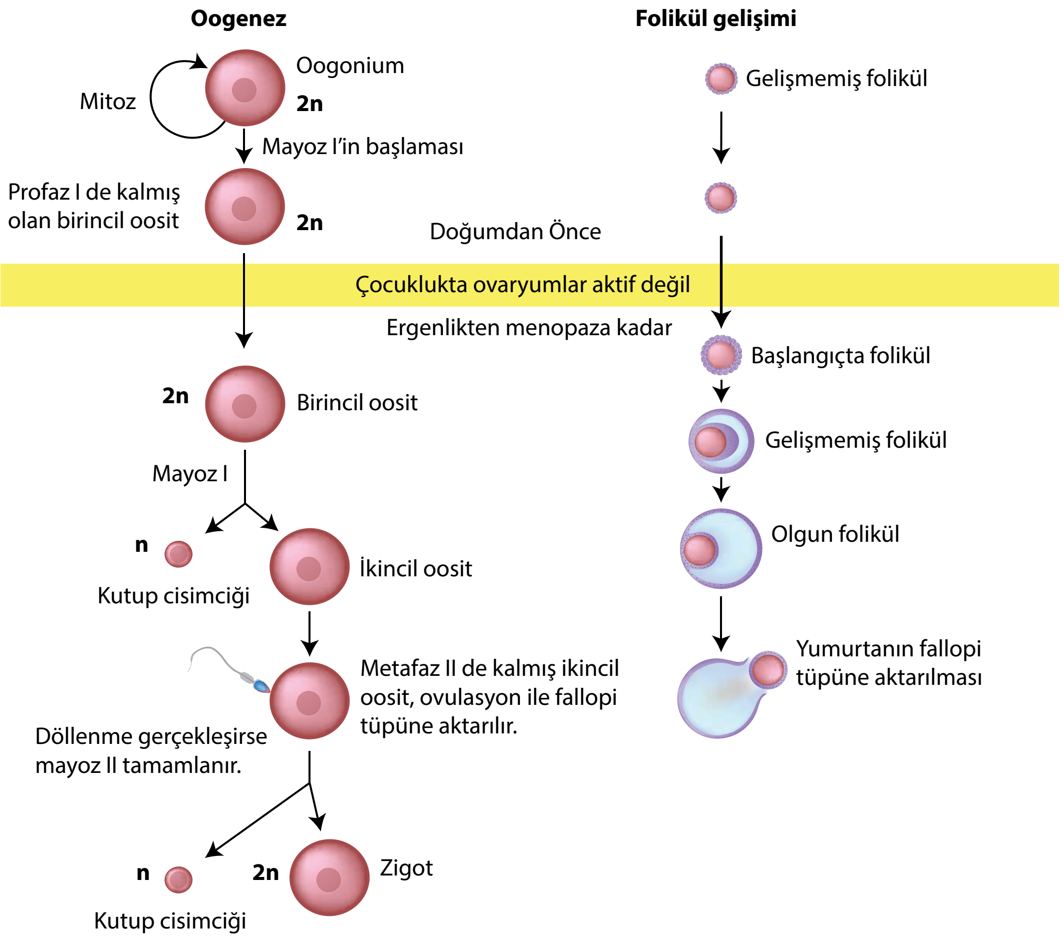
7. 2.1. DİŞİ ÜREME SİSTEMİNİN YAPISI

İnsanda dişi üreme sistemi erkeğinkine oranla daha komplekstir (Şekil 1.128). Dişi üreme sistemi sadece yumurtanın üretilmesinden sorumlu değildir, ayrıca döllenme sonrasında embriyonun beslenmesinden, korunmasından ve taşınmasından da sorumludur. Döllenme sonrasından doğuma kadar geçen süreç dişi üreme sisteminde gerçekleşir.


Yumurta kanalı (Fallopi tüpü)
Yumurtalık (Ovaryum)
Endometrium
Rahim (Uterus)
Serviks
Vajina

Şekil 1.128 Dişi üreme sisteminin yapısı

Yumurtalık (Ovaryum): Yetişkin bir kadında karın boşluğunun her iki yanında her biri yaklaşık 5 cm büyüklüğünde, 7 g ağırlığında bir çift yumurtalık bulunur (Şekil 1.128). Yumurtalığın temel görevi **oogenez** ile yumurtanın üretilmesi ve olgunlaşıp döllenebilir hâle gelmesini sağlamaktır. Ayrıca dişi eşey hormonları olan östrojen ve progesteron da yumurtalıkta üretilir. Yumurtalar, **folikül** adı verilen koruyucu kapsüller içinde üretilirler. Henüz dünyaya gelmemiş olan bir kız çocuğunun yumurtalıklarında yaklaşık 400.000 folikül oluşmuştur. Ergenlikle birlikte menopoza kadar her ay, genellikle bir yumurta folikül içinde olgunlaşır ve yumurta kanalına atılır. Bir kız çocuğu daha annesinin karnındayken folikül içindeki yumurta ana hücresi (oogonium), oogeneze başlar (Şekil 1.129). Mayoz I'in profaz evresinde bekleme sürecine giren hücreye bu aşamada birincil oosit denir. Kız çocuğu doğduktan sonra ergenlik çağına gelinceye kadar bekleyen bu hücreler, ergenlikle beraber hormonların etkisi ile mayoz I evresini tamamlar ve mayoz II evresine başlar. Mayoz II ise metafaz evresinde durur. Bu evredeki hücrelere ikincil oosit denir. İkincil oositler hormonların etkisi ile yumurtalıktan fallopi tüpüne aktarılır, eğer burada döllenme gerçekleşirse mayoz tamamlanır (Şekil 1.129). Oogenez ve spermatogenez olaylarında bazı temel farklılıklar bulunur. Spermatogenez sonuncunda dölleme yeteneğine sahip, benzer büyüklükte dört sperm oluşur. Oogenezde ise sitoplazma eşit olarak dağılmaz. Büyük olan hücre yumurta hücresini oluşturur, diğer küçük kutup hücrelerinin döllenme yetenekleri yoktur ve bozulurlar.


Oogenez
Folikül gelişimi
Mitoz
Oogonium
2n
Gelişmemiş folikül
Mayoz I'in başlaması
Profaz I de kalmış olan birincil oosit
2n
Doğumdan Önce
Çocuklukta ovaryumlar aktif değil
Ergenlikten menopaza kadar
Başlangıçta folikül
2n
Birincil oosit
Gelişmemiş folikül
Mayoz I
Olgun folikül
n
Kutup cisimciği
İkincil oosit
Metafaz II de kalmış ikincil oosit, ovulasyon ile fallopi tüpüne aktarılır.
Yumurtanın fallopi tüpüne aktarılması
Döllenme gerçekleşirse mayoz II tamamlanır.
n
2n
Zigot
Kutup cisimciği

Şekil 1.129 Oogenez ve folikül gelişimi

Yumurta Kanalı (Fallopi Tüpü): Yumurtalıkları uterusa bağlayan yaklaşık 10-13 cm uzunluğundaki tüplerdir (Şekil 1.128). Tüplerin yumurtalıklara yakın yüzeylerinde saçak şeklinde yapılar bulunur. Olgunlaşan yumurta, yumurtalıktan atıldığında bu siller tarafından tutulur ve fallopi tüpünden geçerek uterusa iletilir. Döllenme olayı fallopi tüpünde gerçekleşir.

Rahim (Uterus): İdrar kesesinin arkasında yer alan uterus, 7-8 cm uzunluğunda yaklaşık 5 cm genişliğinde, ters armut şeklinde konumlanan kaslı bir organdır (Şekil 1.128). Döllenmenin ardından uterusa yerleşen embriyo doğuma kadar burada kalır, büyür ve gelişir. Buna bağlı olarak uterus hamilelik sürecinde embriyo ile birlikte büyür ve embriyoyu taşır. Doğumdan sonra ise küçülerek eski boyutuna geri döner. Uterusun en iç tabakasında mukus salgılayan, kılcal damar bakımından zengin **endometrium** adlı tabaka bulunur. Bu tabaka her ay muhtemel döllenme ve hamilelik başlangıcından dolayı gelişir ve hamileliğe hazırlık yapar; döllenme gerçekleşmez ve hamilelik başlamaz ise yıkılarak dışarı atılır. Uterus **serviks** adı verilen dar bir kanal ile vajinaya açılır. Gebelik süresince kapalı olan serviks kanalı doğum sırasında açılır ve doğumun gerçekleşmesini sağlar.

Vajina: Doğum kanalı olarak görev yapan vajina aynı zamanda çiftleşme sırasında spermlerin depolanmasını sağlar.

7.2.2. DİŞİ ÜREME SİSTEMİNİN HORMONAL KONTROLÜ

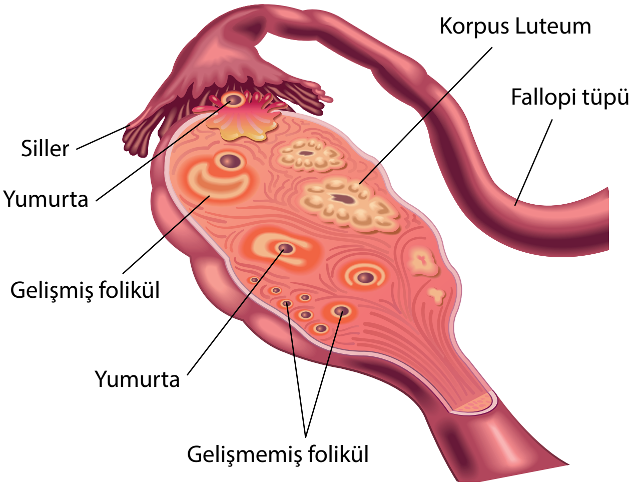
Dişi üreme sisteminin hormonal kontrolü erkek üreme sisteminden çok büyük farklılıklar gösterir. Erkek üreme sisteminde sürekli sperm üretimi gerçekleşirken dişi üreme sisteminde ortalama olarak ayda bir yumurta olgunlaşır ve döllenmeye hazırlanır. Eğer döllenme gerçekleşir ve hamilelik başlarsa hamilelik boyunca yeni yumurta üretimi durdurulur. Döllenme gerçekleşmezse döllenmemiş yumurta ve hamilelik için hazırlanmış olan uterus, iç dokuları yıkılarak dışarı atılır; bir sonraki yumurtanın üretilmesine geçilir. Dişideki bu döngüsel olayların tamamına **menstrual döngü adı** verilir. Ortalama olarak 28 gün süren menstrual döngü (bireysel farklılıklara bağlı olarak 20-35 gün arasında değişebilir) birbirini izleyen 4 evreden oluşmaktadır: 1. Folikül evresi (10-14 gün), 2. Ovulasyon evresi (1-2 gün), 3. Korpus luteum evresi (10-14 gün), 4. Menstruasyon evresi (3-5 gün).

1. Folikül evresi: Bu evrede yumurtalıkta ve uterusta hormonların da etkisi ile birçok farklı olay gerçekleşmektedir. Hipotalamustan salgılanan GnRH hormonunun etkisi ile hipofizden salgılanan FSH hormonu yumurtalıklarda folikül büyümesini sağlar. Gelişen folikülller ise kana östrojen hormonu salgılar. Östrojenin kısmen düşük olması FSH ve LH salgılarının üretimini baskılamaktadır. Folikül evresinin sonlarına doğru östrojendeki yüksek seviyeler tam tersi etki gösterir ve hipofizden salgılanan özellikle LH hormonu seviyesi en üst düzeye çıkar (Grafik 1.8). Yumurtalıklardan salgılanan östrojen hormonunun bir diğer etkisi ise uterus üzerindedir. Uterus iç duvarları östrojen hormonun etkisi ile kalınlaşmaya başlar. Folikül evresinin sonunda olgunlaşmış olan folikül kesesi yaklaşık 1-1,5 cm'ye ulaşır.

Araştırınız

Dış gebelik nedir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Ovulasyon evresi: Grafik 1'de görüldüğü gibi folikül evresinin sonlarına doğru artan östrojene bağlı olarak hipofiz hormonları olan LH ve FSH salgısında artış görülmektedir. LH hormonunun bu yükselişi yumurtalık içindeki folikülün çatlamasını ve olgunlaşmış ikincil oositin serbest kalmasını sağlar (Şekil 1.130).



Şekil 1.130 Menstrual döngü sırasında yumurtalıktaki olaylar

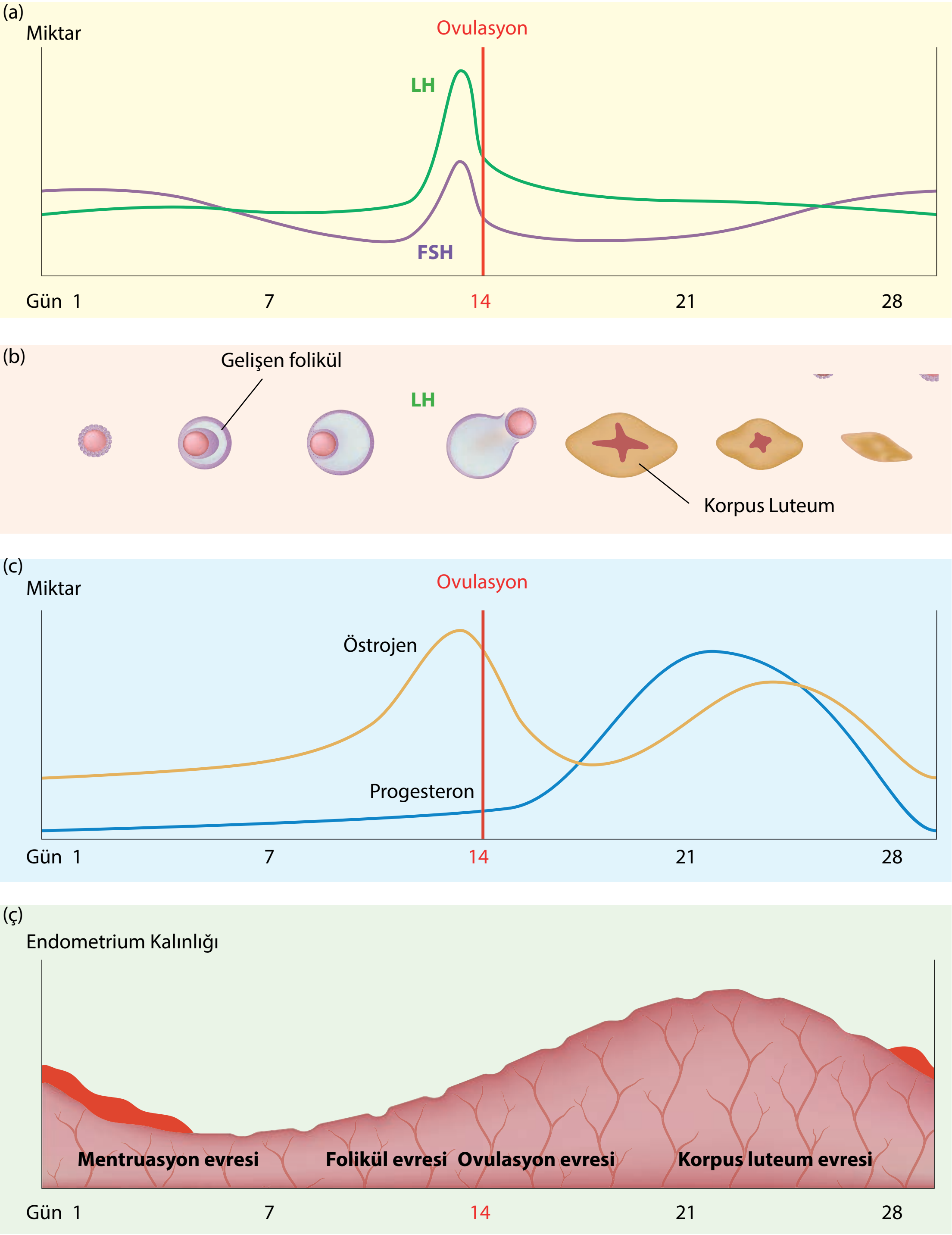
İkincil oosit yumurtalıklardan fallopi tüpüne geçer (yumurtlama). Döllenme ve hamileliğin başlama ihtimalinin en fazla olduğu evre ovulasyondan sonraki birkaç gündür.

3. Korpus luteum evresi: Yumurtlamanın ardından foliküle ait parçalar LH hormonunun da etkisi ile bir salgı bezi gibi görev yapan korpus luteumu (sarı cisimcik) oluşturur (Şekil 1.130). Korpus luteum, östrojen ve ondan biraz daha fazla progesteron hormonu salgılamaya başlar. Östrojen ve progesteron hormonları ise hipofizden FSH ve LH hormonlarının salgılanmasını azaltır. Eğer ovulasyonun ardından fallopi tüpünde döllenme gerçekleşirse oluşan embriyo uterus duvarına tutunur. Bu sırada korpus luteum tarafından salgılanan östrojen ve progesteron hormonları, endometriumun gelişmesini, yapısının bozulmadan kalmasını, tutunan embriyonun rahim duvarları tarafından beslenmesini sağlar. Hamileliğin başlaması ile birlikte embriyoyu örten hücreler tarafından HCG (insan koriyonik gonadotropin) hormunu salgılanmaya başlar. HCG hormunu korpus luteumun bozulmasını engeller, östrojen ve progesteron salgılarının yüksek kalmasını, dolayısıyla hamileliğin devamlılığını sağlar. HCG hormonunun kanda varlığı hamileliğin belirtisi olduğundan hamilelik testlerinde HCG varlığına bakılır (Resim 1.8). Korpus luteum hamileliğin yaklaşık 15-16. haftasına kadar varlığını devam ettirir, daha sonra küçülerek kaybolur. Bu noktadan sonra hormon üretimini gelişmiş olan plasenta devam ettirir. Hamileliğin sonlarına doğru kandaki östrojen miktarı progesteron miktarının üzerine çıkar. Doğumun başlamasını ise anne ve bebeğin hipofizlerinden salgılanan oksitosin hormonu sağlar. Oksitosin rahim kaslarının çok şiddetli kasılmasını uyararak doğumun gerçekleşmesini sağlar. Eğer döllenme gerçekleşmez ve hamilelik başlamazsa korpus luteum yaklaşık 10 gün sonra bozulur. Kandaki progesteron ve östrojen salgılarında hızla bir azalma meydana gelir (Grafik 1.8) ve menstruasyon evresi başlar.

Resim 1.8 Hamilelik testlerinde idrardaki HCG hormonu varlığı test edilir.

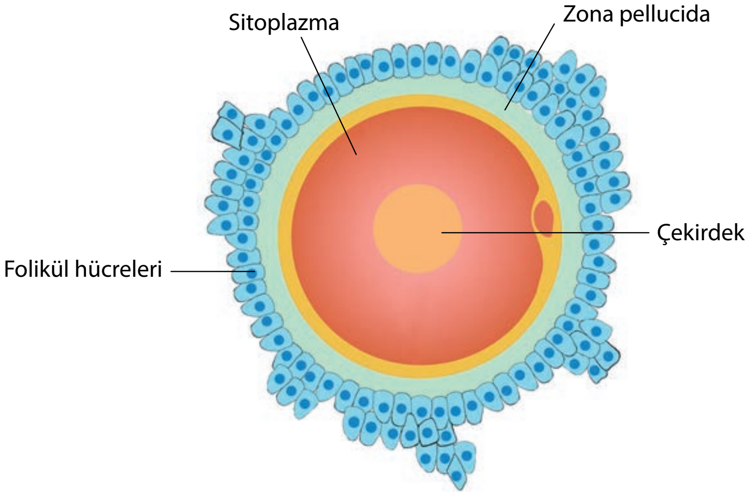
4. Menstruasyon evresi: Yaklaşık 1 hafta süren bir evredir. Bu evre döllenme gerçekleşmezse görülür. Korpus luteumun bozulması ve progesteron hormonunun olmamasından dolayı uterus iç duvarları parçalanarak mukus, doku sıvıları ve bir miktar kan ile birlikte dışarı atılır. Adet kanaması (ay başı, regl) da denilen bu evrede hijyene çok dikkat edilmelidir. Menstruasyon evresinin başladığı ilk gün yeni bir döngünün başladığını gösterir. Bu nedenle hamileliğin kaçıncı haftasında olduğunun bilinmesinde en önemli veri, son mestruasyon evresinin ilk gününün tarihidir.

Grafik 1.8. Menstrual döngü sırasında yaşanan değişimler: (a) FSH ve LH düzeyleri, (b) Ovaryum döngüsü, (c) Ovaryum hormon düzeyleri, (ç) Endometrium kalınlığı



7.2.3. DİŞİ ÜREME HÜCRESİ

Dişi üreme hücresi olan yumurta, yaklaşık 200 µm (0,02 cm) büyüklüğü ile en büyük insan hücrelerinden biridir. Sperm hücresinden farklı olarak kuyruğu ve hareket yeteneği yoktur. Ovulasyon ile atılan ikincil oositin etrafında bir miktar folikül hücresi de vardır. Bu folikül hücrelerinin plazma zarı ile arasında zona pellucida adı verilen glikoprotein tabaka bulunur (Şekil 1.131). **Zona pellucida** tabakası döllenmenin aynı tür canlıların üreme hücreleri arasında gerçekleşmesini sağlar. Zona pellucidaya temas eden sperm hücrelerinin baş kısmındaki reseptörler ile uyum sağlandığında akrozomal reaksiyon gerçekleşir ve yumurta zarı delinir, döllenme gerçekleşir.



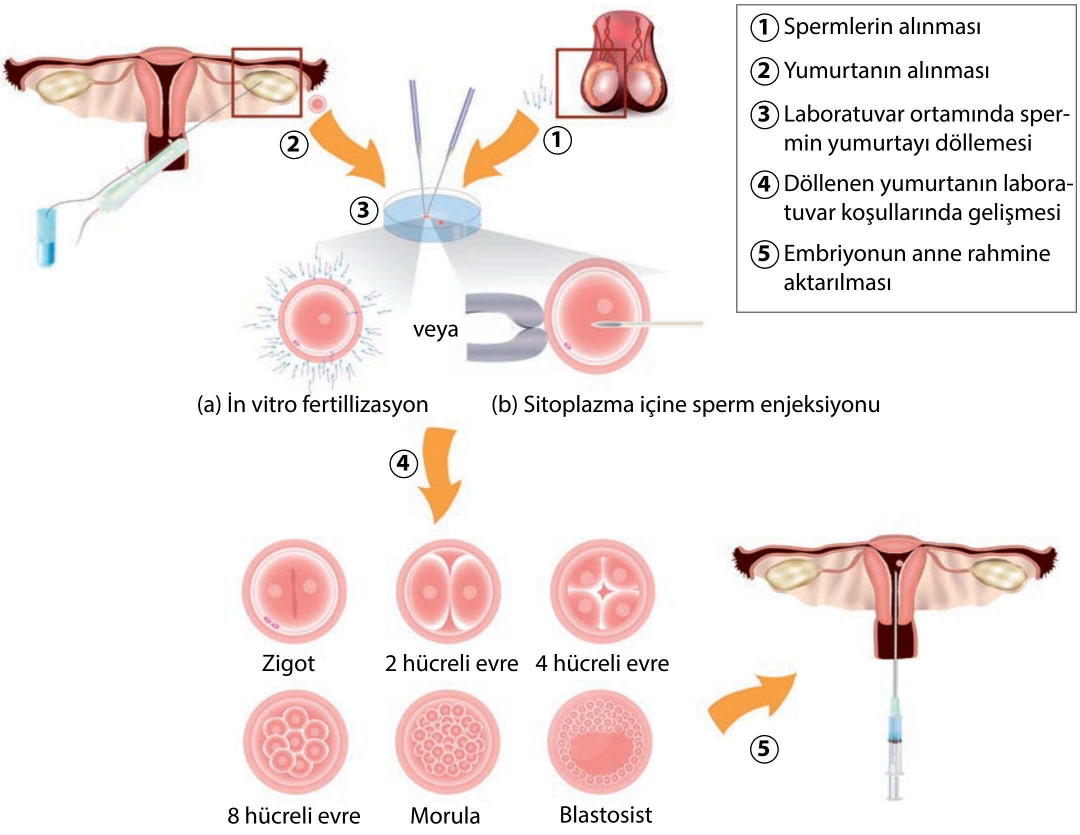
Şekil 1.131 Dişi üreme hücresi

7.3. KISIRLIK PROBLEMLERİNİN ÜREME TEKNOLOJİLERİ İLE ÇÖZÜLMESİ

Dişi veya erkek üreme sisteminden kaynaklanan bazı sebeplerden dolayı çocuk sahibi olamama durumuna kısırlık denir. Kısırlığın hormonal bozukluk, üreme kanallarında gerçekleşen enfeksiyonlar, dişide fallopi tüpünün kapalı olması, erkekte yeterli miktarda ve özellikte sperm üretilememesi, alkol ve sigara kullanımı gibi birçok nedeni olabilir.

Günümüzde doğal yollarla çocuk sahibi olamayan çiftlerin çocuk sahibi olabilmeleri için çeşitli tedavi yöntemleri bulunmaktadır. En çok kullanılan tedavi yöntemlerinden biri de tüp bebek yöntemidir. Bu yöntemde öncelikle kadında bir hormon tedavisi süreci ile yumurtalar olgunlaşır. Daha sonra olgunlaşan yumurtalar operasyon ile yumurtalıklardan alınarak vücut dışında laboratuvar koşullarında sperm hücreleri ile döllenmeleri sağlanır (tüp bebek yöntemi). Bu sırada da iki farklı temel yöntem izlenebilmektedir. **İn vitro fertilizasyon (laboratuvar koşullarında döllenme)** adı verilen birinci yöntemde alınan yumurta ve spermler laboratuvar ortamında uygun bir ortama alınır ve spermlerden herhangi birinin yumurtayı döllemesi için beklenilir (Şekil 1.132a). Döllenme gerçekleştikten sonra embriyo birkaç gün uygun ortamda bekletilir ve belli bir hücre sayısına ulaştıktan sonra anne rahmine aşılanır. **Sitoplazma içerisine sperm enjeksiyonu** yönteminde ise spermin yumurtayı dölleyememe sorunu aşılmaktadır. Bu yöntemde erkekten alınan spermlerden biri ince ve sivri uçlu bir pipet yardımıyla mikroskop altında yumurtanın içerisine enjekte edilir ve in vitro fertilizasyonda olduğu gibi birkaç gün laboratuvar koşullarında gelişmesi beklenen embriyo annenin rahmine aktarılır

(Şekil 1.132b). Günümüz teknolojileri ile vücut dışında döllenme sonucu gelişen embriyo henüz 4-8 hücreden oluşmuşken bu hücrelerden biri, diğer hücrelere zarar vermeden izole edilerek hücrenin herhangi bir zararlı gen taşıyıp taşımadığına bakılabilmektedir. Böylece embriyo anne rahmine aktarılmadan önce dünyaya gelecek olan çocuğun genetik rahatsızlığının bulunmadığı tespiti yapılabilmektedir.


① Spermlerin alınması
② Yumurtanın alınması
③ Laboratuvar ortamında spermin yumurtayı döllemesi
④ Döllenen yumurtanın laboratuvar koşullarında gelişmesi
⑤ Embriyonun anne rahmine aktarılması
②
①
③
veya
(a) İn vitro fertillizasyon
(b) Sitoplazma içine sperm enjeksiyonu
④
Zigot
2 hücreli evre
4 hücreli evre
8 hücreli evre
Morula
Blastosist
⑤

Şekil 1.132 Tüp bebek yöntemleri: (a) İn vitro fertilizasyon, (b) Sitoplazma içerisine sperm enjeksiyonu

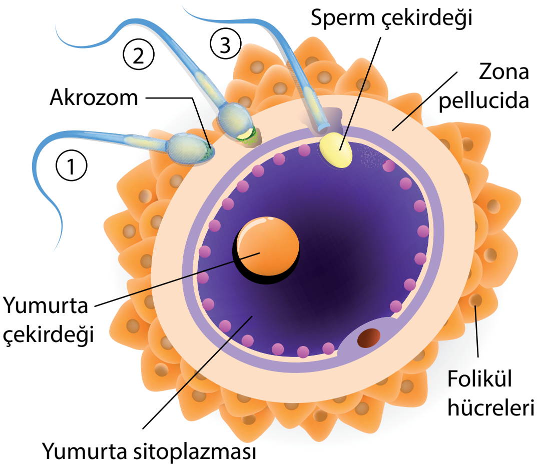
7.4. İNSANDA DÖLLENME VE EMBRİYONİK GELİŞİM SÜRECİ

Erkek ve dişi üreme sistemlerinin yapısı ve üreme hücrelerinin oluşturulması bu bölümde daha önceki başlıklar altında anlatılmış olup bu başlık altında ise üreme hücrelerinin döllenme ile bir araya gelmesi ve yeni bir yavrunun oluşması süreçleri hakkında bilgi verilmiştir.

7.4.1. DÖLLENME

Dişi üreme sistemine geçen spermlerin hareket yetenekleri buradaki kimyasalların da etkisi ile artar. Spermler yumurta tarafından salgılanan özel kimyasal maddeleri takip ederek yumurta kanalına girer ve yumurtaya ulaşır. Yaklaşık 5-10 dakika süren bu yolculukta yarım milyara yakın spermden sadece birkaç bin tanesi yumurtaya ulaşmayı başarır ve sadece bir tanesi yumurtayı dölleyebilir. Şekil 1.133'te görüldüğü gibi sperm öncelikle yumurta etrafındaki folikül hücrelerinin oluşturduğu tabakaya girer (1), ardından yumurta zarının etrafındaki glikoprotein yapılı zona pellucidaya bağlanır (2). Daha sonra akrozom içindeki sindirim enzimleri spermin zona pellucida tabakasını geçerek plazma zarına ulaşmasını sağlar (3).

Son olarak sperm yumurtanın içine girer ve bir süre sonra her iki hücrenin kalıtsal yapıları bir araya gelerek zigotu oluşturur (Şekil 1.133).



Şekil 1.133 Döllenme

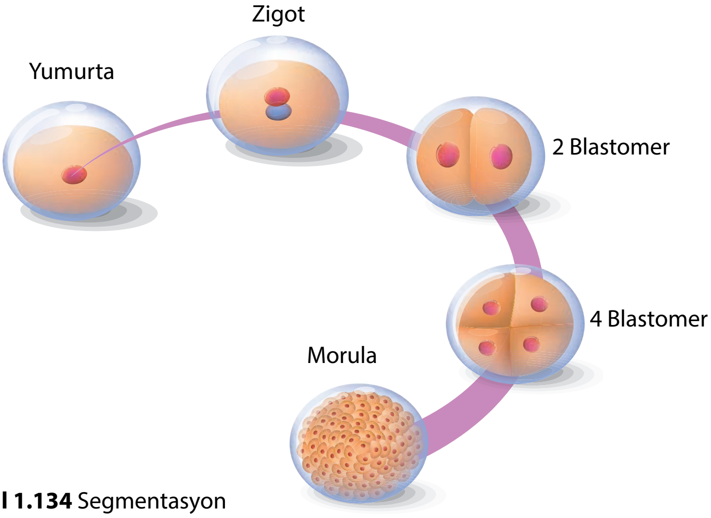
Döllenmenin ardından oluşan döllenmiş yumurtaya **zigot** adı verilir. Zigot döllenmenin ardından çeşitli evrelerden geçerek yeni bireyi oluşturur. Bu sırada büyüme ve gelişme olayları görülür. Birbirlerine yakın kavramlar gibi görünseler de büyüme ve gelişme farklı kavramlardır. ***Büyüme;*** hücre bölünmeleri ve hücrelerin büyümesi sonucu canlının hacim ve kütlesindeki artışı ifade eder. Zigot oluşumundan sonra büyüme boy, kilo, baş çevresi gibi parametrelerin ölçülmesi ile izlenebilir. ***Gelişme*** ise organizmanın yaşam döngüsü boyunca geçirdiği değişimlerin tümünü ifade eder.

7.4.2. EMBRİYONİK GELİŞİM SÜRECİ

Zigot oluşumundan sonra ana rahmindeki canlıya gelişiminin ilk 8 haftasında **embriyo,** 8 haftalıktan doğuma kadar geçen sürede ise **fetüs** denir. Bu sırada birbirini takip eden evreler görülür. Bu evreler sırasıyla segmentasyon, blastula , gastrulasyon, farklılaşma ve organogenez olarak adlandırılmaktadır.

7.4.2.1. Segmentasyon

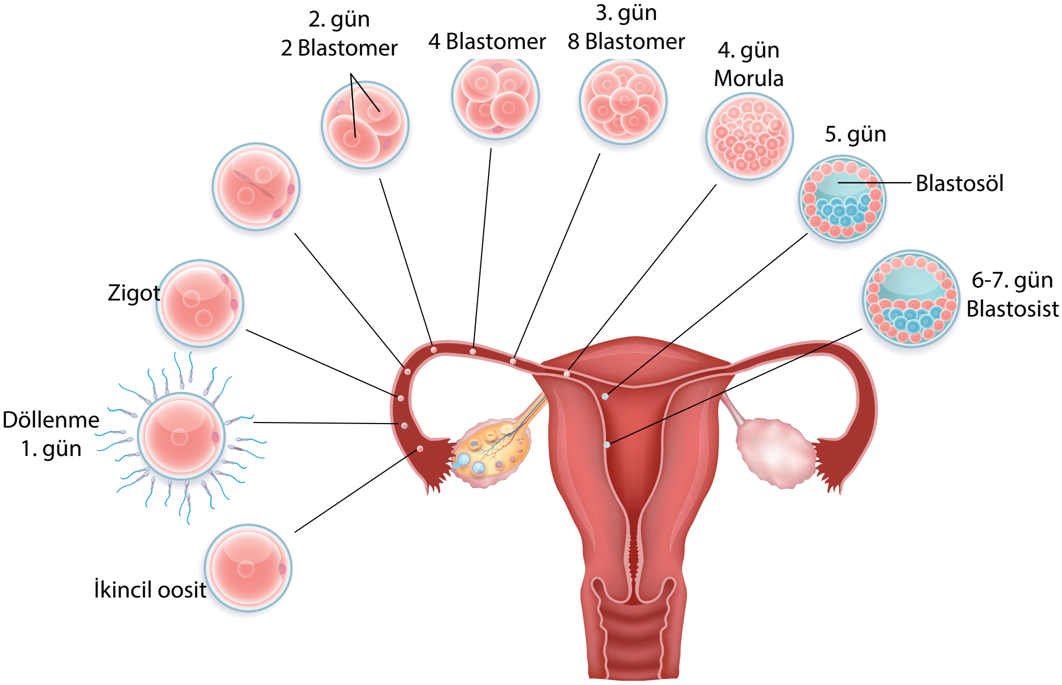
Döllenmenin ardından zigot, hızla hücre bölünmelerine başlayarak hücre sayısını artırır. Bölünmeler sonucunda oluşan birbirleriyle aynı kalıtsal yapıya sahip hücrelere **blastomer** adı verilir. Segmentasyon evresinde hücre sayısı artarken hücrelerin büyüklükleri azalır ve evrenin sonunda duta benzeyen görünümde 16-64 hücreli **morula** isimli yapı oluşur (Şekil 1.134). Morulanın oluşmasına kadar geçen süreç henüz yumurta kanalında gerçekleştiğinden embriyo anneden besin alamamaktadır. Bu nedenle morulanın hacmi zigottan büyük değildir.



Şekil 1.134 Segmentasyon

7.4.2.2. Blastula

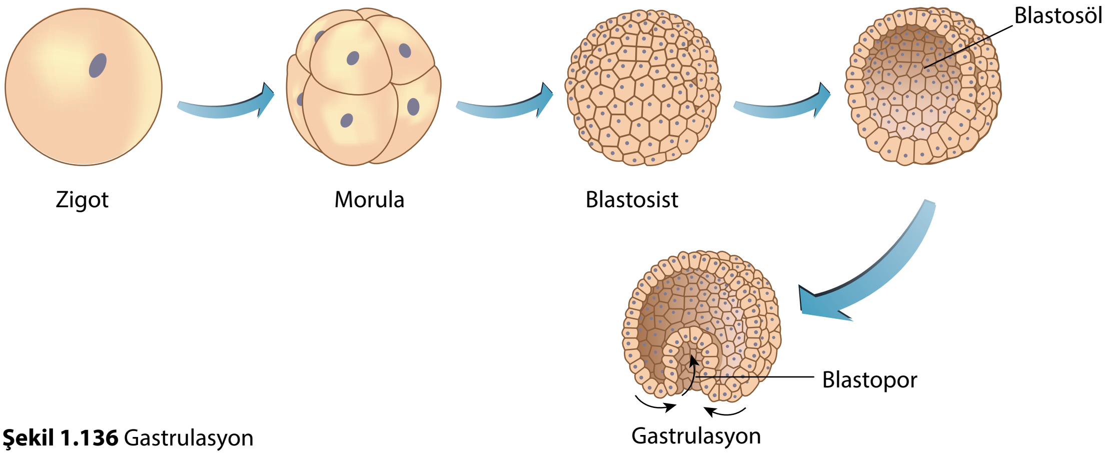
Embriyoda hücre bölünmeleri ve hücre sayısının artışı devam ettikçe içi sıvı dolu, hücrelerin dışarıya doğru göç etmiş olduğu blastula evresi oluşur. İçi sıvı dolu olan bu yapıya **blastosist**, içteki sıvı dolu boşluğa ise **blastosöl** adı verilir. Embriyo döllenmenin ardından 5-7 gün sonra blastula evresindeyken uterusa yapışır ve uterus iç duvarlarına gömülerek anneden beslenmeye başlar (Şekil 1.135).


2. gün
2 Blastomer
4 Blastomer
3. gün
8 Blastomer
4. gün
Morula
5. gün
Blastosöl
6-7. gün
Blastosist
Zigot
Döllenme
1. gün
İkincil oosit

Şekil 1.135 Embriyo blastula evresinde uterusa bağlanır.

7.4.2.3. Gastrulasyon

Embriyo uterusa gömüldükten sonra gelişim hızla devam eder. Gastrulasyon evresinde embriyoya ait bazı hücreler göç ederek farklı embriyonik tabakaları ve açıklıkları oluşturur. Bu evrede embriyonun alt kısmında oluşan açıklığa **blastopor** açıklığı adı verilir ve bu açıklık ilerleyen dönemlerde anüs açıklığına dönüşecektir (Şekil 1.136).


Blastosöl
Zigot
Morula
Blastosist
Blastopor
Gastrulasyon

Şekil 1.136 Gastrulasyon

7.4.2.4. Farklılaşma ve Organogenez

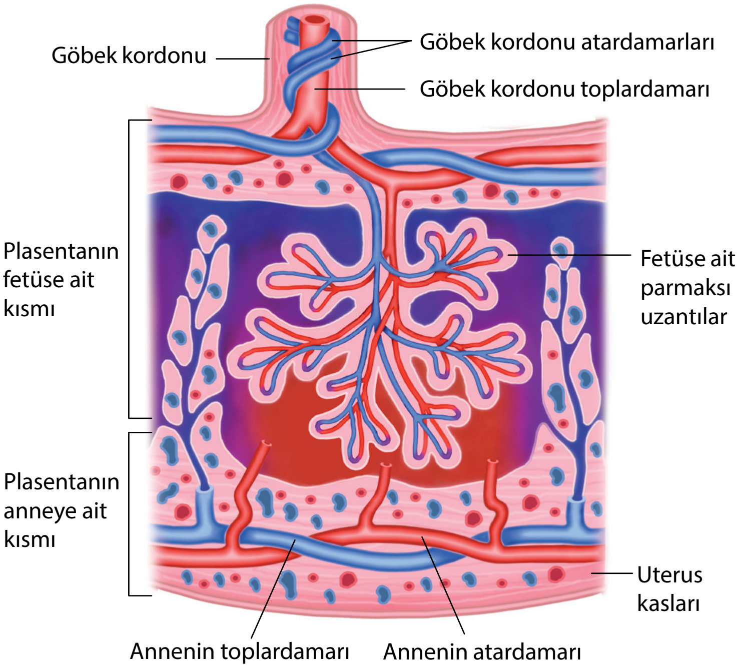
Gastrulasyon evresinde oluşan embriyonik tabakalara ait hücreler, gelişim sürecinde farklı görevlere sahip doku ve organları oluşturmaya başlar.

Döllenmenin dördüncü haftasında kalp atışı başlar ve 8. haftanın sonlarına doğru el ve ayaklar gelişir. İlk trimester adı verilen 3 aylık dönemin sonunda birçok organ oluşur, embriyo ortalama 8 cm uzunluğunda ve 40-50 g ağırlığındadır (Resim 1.9). Bu ilk üç aylık dönemde fetüse ait organların büyük bir kısmının gelişimi gerçekleştiğinden embriyo çevresel etkilerden en yüksek seviyede korunmalıdır. Radyasyon, bilinçsiz ve doktor kontrolü olmadan ilaç kullanımı, röntgen ışınları, annenin sigara ve alkol kullanması bebekte telafisi mümkün olmayan sakatlıklara ve kusurlara neden olabilir.

Resim 1.9 İnsan emriyosunun 1, 2 ve 3. aydaki görüntüleri

İkinci üç aylık (trimester) döneminde fetüsün ağırlığı yaklaşık 600 grama ulaşır, parmaklar iyice belirginleşmeye, kaş, kirpik ve tırnaklar uzamaya başlar. Fetüs hareketleri artık anne tarafından hissedilebilir. Son üç aylık dönemde ise iç organların hepsi gelişimini tamamlamak üzeredir, fetüs ortalama olarak 40 haftalık olduğunda doğum gerçekleşir.

Fetüs, anne uterusundaki büyüme ve gelişimini devam ettirirken ihtiyaç duyduğu maddeleri annesinden karşılar. Yine aynı şekilde ürettiği metabolik atıkları da annesi aracılığı ile uzaklaştırır. Anne ve fetüs arasında madde değişiminin yapıldığı organa **plasenta** adı verilir (Şekil 1.137). Fetüs, iki atardamar ve bir toplardamardan oluşan göbek kordonu ile plasentaya bağlıdır. Anneye ait damarların da bulunduğu plasentada anne ve fetüsün kanı birbirlerine karışmadan madde alışverişi gerçekleşir. Fetüsün kan damarları plasenta içinde parmaksı uzan-


Göbek kordonu
Göbek kordonu atardamarları
Göbek kordonu toplardamarı
Plasentanın fetüse ait kısmı
Fetüse ait parmaksı uzantılar
Plasentanın anneye ait kısmı
Uterus kasları
Annenin toplardamarı
Annenin atardamarı

Şekil 1.137 Plasentanın yapısı

tılar yapar. Annenin kanı bu uzantıların üzerinde akmakta ve bu sırada difüzyonla madde alışverişi gerçekleşmektedir. Annenin kanı ile birlikte gelen besin, oksijen gibi maddeler fetüse doğru geçerken fetüsün metabolik atıkları da bu sırada annenin kanı tarafından tutularak plasentadan uzaklaştırılır. Göbek kordonunun atardamarları fetüsten gelen kirli kanı taşırken göbek kordonu toplardamarı ise madde alışverişi gerçekleştikten sonra oluşan temiz kanı fetüse götürür (Şekil 1.137).

Doğumdan sonra bebek hâlâ göbek kordonu ile plasentaya bağlıdır, doğumu gerçekleştiren sağlık personeli tarafından göbek kordonu bir mandalla kıstırılır ve kesilir. Bir işlevi kalmayan göbek kordonu parçası ise 5-7 gün içinde vücuttan düşerek ayrılır. Doğum gerçekleşip bebek anneden ayrıldıktan sonra plasenta da bir miktar kan ile birlikte dışarı atılır.

- **Bazı durumlarda döllenmeden belli bir süre sonra zigotun ikiye ayrılmasıyla iki ayrı embriyo gelişmeye başlar. Bu durum ikiz gebeliğe neden olur. Döllenmiş tek bir yumurtanın bölünmesi sonucu oluşan bu ikizlere tek yumurta ikizi denir. Bölünmenin gerçekleştiği haftaya bağlı olarak amniyon kesesi ve plasentanın ikisinin de ortak, birinin ortak veya ikisinin de ayrı olması söz konusu olabilir. Tek yumurta ikizlerinin genetik yapıları aynıdır. Dolayısıyla cinsiyet, kan grubu, göz rengi gibi özellikleri her zaman aynıdır. Ancak çevresel özellikler, beslenme alışkanlıkları gibi faktörler bazı özelliklerinde değişikliğe neden olabilir.**

- **Bazı durumlarda ise anneden gelen iki yumurtanın babadan gelen iki sperm ile döllenmesi sonucu çift yumurta ikizleri oluşur. Burada iki tane döllenmiş yumurta (zigot) iki ayrı bebeği oluşturacak şekilde ayrı ayrı gelişir. Çift yumurta ikizlerinin genetik yapıları farklı zamanlarda doğan iki kardeşinki gibi birbirinden farklıdır, sadece aynı anda aynı rahimde gelişirler. Dolayısıyla cinsiyetleri tesadüfe bağlı olarak aynı ya da farklı olabilir. Birbirlerine benzerlikleri de farklı zamanlarda doğan kardeşlerinki gibi tesadüfîdir.**

Araştırınız

- *Yapışık ikizlik nedir? Nasıl oluşur ve nasıl tedavi edilir? Araştırınız.*
- *Tek yumurta ikizleri genetik olarak birbirinin tamamen aynısı olmalarına rağmen parmak izleri aynı olmaz. Bunun sebebi nedir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Araştırınız

Kardeş bağı, genellikle yaşamımızdaki en uzun süreli ilişki olup sevgi, saygı, güven duygularının paylaşımı için uygun bir ortam sağlar. Bazı araştırmacılar kardeşlerin doğum sırasının bireylerin kişilik özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ileri sürmektedirler. Bu konudaki çalışmaları araştırınız. Kardeşlerinizin ve sizin karakterleriniz doğum sırasıyla ilgili bu araştırma sonuçlarını destekliyor mu? Konuyla ilgili düşüncelerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

7.5. HAMİLELİĞİN İZLENMESİNİN BEBEĞİN VE ANNENİN SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Annenin sağlıklı bir hamilelik geçirmesi ve sağlıklı bir bebek sahibi olması için düzenli olarak bazı kontrollerden geçmesi gerekmektedir. Öncelikle hamile kalınmadan önce bir kadın doğum uzmanına muayene olunması olası sorunlar ve eksikliklere karşı önlem almaya olanak sağlar. Hamilelik süresince ise Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen doğum öncesi yönetim rehberine göre en az dört kez sağlık muayenesine gidilmesi gerekir. Gebelik sırasında bir sorun tespit edilmişse veya doktor tarafından önerilmişse bu sayı artırılmalıdır. Bu muayeneler anne ve bebek için hayati önem taşımaktadır. Normal bir hamilelikte birinci kontrolün gebeliğin ilk 14 haftası içinde, ikincisinin 18-24. haftalar arasında, üçüncüsünün 30-32. haftalar arasında, dördüncüsünün ise 36-38. haftalar arasında olması önerilmektedir.

1. Kontrol: Hamile kadının ilk kontrol muayenesinde sağlık personeli tarafından öncelikli olarak kişisel bilgiler alınır, akraba evliliği bulunup bulunmadığı belirlenir. Geçirmiş olduğu önemli bir hastalığı olup olmadığı, varsa ne gibi tedaviler uygulandığı öğrenilir. Önceki hamilelikleri ile ilgili bilgi alınır. Bazı kan ve idrar testleri yapılır. Demir eksikliği yaşanabileceğinden demir destekleyici ilaçların kullanılmasına başlanabilir. Anneye tetanos aşısı yapılır. Bebek, anne karnında ultrason adı verilen ve ses dalgalarını kullanarak görüntü elde etmeye yarayan cihazlar ile gözlenebilir. Böylece hamilelik haftası ile bebeğin gelişiminin orantılı gidip gitmediği belirlenebilir (Resim 1.10) .

Resim 1.10 Ultrason cihazı

2. Kontrol: İkinci kontrol muayenesinde hamilelik öyküsü alınır. Hamileliğin haftasına göre fetüsün gelişimi kontrol edilir. Anne ile çocuk arasında Rh uyuşmazlığının var olup olmadığı kontrol edilir. Eğer sağlık personeli tarafından gerek görülürse şeker yükleme testi ve ayrıntılı ultrason kontrolü yapılabilir. Hamile kadına D vitamini desteği verilebilir.

3. Kontrol: Üçüncü kontrol muayenesinde ilk iki muayenede olduğu gibi gebelik haftası ile fetüs gelişiminin orantılı devam edip etmediği kontrol edilir. Annenin kan ve idrar testleri yapılarak sağlık durumu kontrol edilir.

4. Kontrol: Son muayenede fetüsün doğum için uygun konuma gelip gelmediği, hareketleri ve kalp atışı kontrol edilir. Hamile kadına 40. hafta geçmesine rağmen doğumun başlamaması durumunda mutlaka sağlık kuruluşuna gitmesi gerektiği hatırlatılır.

Hamilelikte annenin dikkat etmesi gereken önemli hususlardan bazıları şunlardır:

- Anne beslenmesine dikkat etmeli, yeterli ve dengeli beslenmelidir. Yetersiz ve dengesiz beslenme, erken veya ölü doğumlara neden olabilir, bebeğin bedensel ve zihinsel gelişimini olumsuz etkileyebilir. Hamilelikte B6 vitamini, B12 vitamini, folik asit, demir ve kalsiyum gereksinimi artacağından bu besinlerin alınmasına önem verilmelidir. Özellikle hamilelikte yetersiz folik asit, beyin ve omuriliğin geliştiği nöral tüpün oluşumunun tamamlanmaması şeklinde ortaya çıkan nöral tüp defektleri denilen ciddi sorunlara neden olabilmektedir.
- Hamilelik boyunca doktora danışılmadan ağrı kesici ve antibiyotik dahil hiçbir ilaç kullanılmamalıdır.

- Hamilelikte stres annenin yanı sıra bebeğin beyin gelişimini ve ilerideki davranışlarını da olumsuz etkilemekte, bazı durumlarda erken ve ölü doğumlara neden olabilmektedir. Anne adayının kendine zaman ayırması, nefes egzersizleri yapması stresle mücadelede etkili olabilir. Ayrıca eşinin ve yakınlarının desteğine ihtiyaç duyduğu da unutulmamalıdır.
- X ışınları (radyasyon) bebeğin gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle hamile kadınların özellikle gebeliğin ilk dönemlerinde röntgen çektirmeleri önerilmemektedir.
- Hamile kadın hijyen kurallarına ve temizliğe daha çok dikkat etmelidir. Hamilelik süresince yaşanabilecek hastalıkların bebeği de etkileyebileceği unutulmamalıdır.
- Kanama, yüksek ateş, şiddetli bulantı-kusma ve baş ağrısı varlığında zaman kaybetmeden doktora başvurulmalıdır. Bu dönemde bazı şikayetler ciddi problemlerin habercisi olabilir.
- Sigara, alkol ve madde kullanımı, hem anne hem de bebek için çok tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Annede solunum yetmezliğine, tansiyon yükselmesine, bulantı ve kusmaların artmasına, iştahsızlığa ve çabuk yorulmaya neden olabilir. Bebekte ise doğumdan sonra zatürre, bronşit, astım gibi hastalıklara yakalanma riski artar, akciğer gelişimi olumsuz etkilenir, zekâ geriliği görülebilir; ayrıca hamilelik sırasında ani bebek ölümleri gerçekleşebilir.
- Hamilelik süresince aşırı yorgunluk oluşturmayacak şekilde düzenli egzersiz ve yürüyüşler yapılmalıdır. Ani ve keskin hareketlerden, ağır kaldırmaktan kaçınılmalıdır.
- Hamilelikte rahat, vücudu sıkmayan kıyafetler ve ayağı sıkmayan, düz ayakkabılar tercih edilmelidir.

OKUMA METNİ

BEBEĞİNİZE DOĞMADAN ÖNCE DOKUNUN!

Merkezi Polonya'da olan teknoloji firması Utero, bebeklerin anne karnındaki görüntülerinin ultrason ile izlenmesini bir adım ileriye taşıyan bir teknoloji geliştirdi: InUtero 3D, anne karnındaki bebeğin ultrason görüntülerini kaynak olarak kullanarak görüntünün üç boyutlu çıktısını oluşturan yeni nesil bir üç boyutlu yazıcı. Hem bebek dünyaya gelmeden önce ona dokunamadıkları için bebekle duygusal bağ kurmakta güçlük çeken hem de görme engelli olmaları sebebiyle bebeklerinin ultrason görüntülerini göremeyen anne adayları için geliştirilen yazıcı ile anne ve babalar bebeklerinin üç boyutlu bir modeline uygun bir ücret karşılığında sahip olabiliyor. Şu an sadece Polonya'daki bazı hastanelerde kullanılmaya başlanan yazıcı, bebeğinin ultrason görüntüsünü yurt dışından gönderen görme engelli annelere de uzaktan hizmet vererek bebeklerinin biyo-plastik malzemeden oluşan üç boyutlu modeline doğum öncesinde dokunma fırsatı sunuyor.

Bilim ve Teknik, Ocak 2017

(Kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

ANNE ADAYLARI YETERLİ BESLENİN!

Hamileliğinde yeterince beslenmeyen annelerin bebeklerinde kalıcı kalp problemleri olabilir. Primatlar üzerinde yapılan yeni bir çalışmanın sonuçları annenin beslenmesiyle çocuğunun sağlığı arasında düşünülenden daha fazla ilişki olduğuna ek kanıtlar getirdi.

Journal of Physiology *(Cöörnıl of Fizyologi)* dergisinde yayımlanan çalışmanın yazarlarından Peter Nathanielsz *(Pitır Nathenyıelsi)* anne karnındaki gelişim dönemimizde, bütün hayatımız boyunca geçirmediğimiz kadar çok sayıda ve önemli biyolojik süreç geçirdiğimizi söylüyor. Bu kritik dokuz aylık hamilelik döneminde alınan çok az ya da çok fazla kalorinin yeni doğan bebeğin kilosu, metabolik ve kronik hastalıkları üzerinde tüm hayatı boyunca etkili olacağı belirtiliyor. Dönüm noktası oluşturan bir araştırmada Hollanda'da II. Dünya Savaşı sırasında yaşanan kıtlık döneminde doğan bebeklerde kalp hastalığı ve diğer hastalık risklerinin yüksek olduğu, hatta aynı risklerin sonraki iki nesli de etkilediği tespit edilmiştir. Fakat insan karmaşık bir canlı. Stresin, kimi davranışların ve çevresel etkenlerin rolünü açıklamak da zor. Bu yüzden Dr. Nathanielsz ve meslektaşları insanın genetik özelliklerine yakın genetik özellikler taşıyan babunları inceledi. On altı hamile babun normal olarak almaları gereken miktarda besinle beslenirken yine on altı hamile babundan oluşan ikinci grup ise normalden %30 daha az beslendi. Diğer tüm yaşam koşulları aynı tutuldu. Araştırmacılar daha sonra normal beslenen annelerin yavruları ile yetersiz beslenen annelerin yavrularını karşılaştırdı. Yetersiz beslenen annelerin bebekleri küçük doğdu, buna rağmen genç erişkin dönemlerinde iyi beslenen annelerin yavrularının vücut ağırlığına ulaştılar. Fakat yetersiz beslenen annelerin yavrularının kalp kasının daha fibroz bir yapısı vardı ve kalplerinin şekli de anormaldi. Normal kalp genel hatlarıyla ters piramit şeklinde iken, yetersiz beslenen annelerin yavrularının kalbi daha yuvarlak ve daha az kaslıydı. Daha az kaslı kalp kanı pompalamada yeterince etkili değildi ve ortalama %20 daha az kan pompalıyordu. Hamileyken yetersiz beslenen annelerin yavrularının kalplerinin aynı zamanda daha hızlı yaşlandığı fark edildi. Beş yaşına geldiklerinde (insanlarda yaklaşık 25 yaşa karşılık gelir) kalp işlevleri kendilerinden üç kat daha yaşlı primatlarınkine benzer oluyordu. Böylece annenin beslenme şeklinin uzun dönemde çocuğun kalp sağlığı üzerinde kesinlikle etkisi olduğu belirlendi. Kemirgenler üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edildi.

Özlem Ak

Bilim ve Teknik, Aralık 2016

(Kısaltılmıştır.)

Üreme Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

- Üreme sistemi sağlığı açısından, sağlıklı ve dengeli beslenme ile alkol ve sigaradan uzak durmak çok önemlidir. Kadınların yumurtlama olayı, bedenin yağ oranıyla yakından ilgilidir. Aşırı düşük ya da fazla kilolu olmak yumurtlama sürecini olumsuz etkileyebilir ve gebe kalmaya engel teşkil edebilir. Bu nedenle sağlıklı beslenerek ve spor yaparak ideal kiloyu korumak önemlidir. Sigara ve alkol, erkeklerde iktidarsızlığa, kadınlarda adet düzensizliklerine, gebelerde ise anne karnındaki bebeğin gelişim geriliğine ve düşüklere sebep olmaktadır.
- İdrar yapma ihtiyacı olduğunda ertelenmemelidir.
- Kadınların düzenli olarak jinekolojik muayeneden geçmesi, özellikle geç belirti veren hastalıkların erken tanı ve tedavisi açısından son derece önemlidir (Resim 1.11).
- Kürtajdan kaçınılmalı, kürtajın sonraki gebelikleri ve anne sağlığını olumsuz etkileyebileceği unutulmamalıdır.

Resim 1.11 Kadın üreme sisteminin sağlığı için düzenli olarak jinekolojik muayeneden geçilmelidir.

- Birinci derece akrabasında prostat kanseri olan erkeklerin 40, diğer erkeklerin 50 yaşından itibaren yılda bir kez üroloji uzmanına giderek kontrolden geçmesi erken teşhis için önemlidir.
- Mantar ve bakteriler, nemli ve sıcak ortamlarda daha kolay ürediklerinden genital bölgenin kuru kalmasına özen gösterilmelidir. Bunun için iç çamaşırlar günlük değiştirilmeli, pamuklu iç çamaşırlar tercih edilmeli ve dar çamaşırlar kullanmaktan kaçınılmalıdır.
- Menstruasyon döneminde hijyenik pedler/tamponlar kullanılmalı ve bunlar gün içerisinde sık sık değiştirilmelidir.
- Genital bölgenin düzenli temizliğine ve kişisel hijyene dikkat edilmeli, ortak kullanılan tuvaletlerde hijyen kurallarına uygun hareket edilmelidir.
- Cinsel yolla bulaşan hastalıklar hakkında bilgi sahibi olunmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

Bunu biliyor musunuz?

ABD'de şu ana kadar en azından tıp dünyasında eşi görülmemiş bir ikizlik 'türü' bildirildi. İkizlerin özelliği, anne tarafından tek yumurta ikizi oldukları halde, babalarından gelen genlerin ancak yarısını paylaşmaları. Yani, tek yumurtayla çift yumurta ikizi arasında bir yerdeler. Durumun nedeni, iki sperm hücresinin tek bir yumurta hücresiyle birleşmesi. Bu çok ender de olsa, görülmemiş şey değil; görülmemiş olan, bu durumdan ikizlerin ortaya çıkması. Çünkü her bir sperm, bebeklerin ikisine de gen aktarmış durumda. Bir tanesi, hem dişiye ait yumurta, hem de erkeğe ait testis dokularına sahip, yani bir "hermafrodit". (Diğeri anatomik olarak erkek.) Genetik testler, ikisinde de bazı hücrelerin 'dişi' (yani çift X kromozomlu), bazı hücrelerin 'erkek" (yani bir X, bir de Y kromozomlu) olduğunu ortaya çıkarıyor. Ancak bunların oranları dokudan dokuya değişiyor. Böyle bir durumun ortaya çıkabileceği daha önceden tahmin edilmiş olsa da, bu örnek bir ilk.

Bilim ve Teknik, Nisan 2007

7. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "üreme sistemi ve embriyonik gelişim" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. fetüs	4. fallopi tüpü	7. zona pellucida	10. zigot
2. korpus luteum	5. embriyo	8. blastosöl	11. akrozom
3. epididimis	6. blastopor	9. morula	12. folikül

a) Seminifer tüpçüklerinden çıkan spermler .... adı verilen bölgeye geçerek burada hareket ve döllenme yeteneği kazanırlar.

b) Spermin baş kısmında içinde sindirim enzimlerinin bulunduğu .... adı verilen yer bulunur.

c) Döllenme olayı dişi üreme sisteminin .... adı verilen kısmında gerçekleşir.

ç) Menstrual döngünün yumurtanın olgunlaştırıldığı ilk 10-14 günlük evresine .... evresi denir.

d) Folikül kesesi, olgunlaşmış yumurtayı bıraktıktan sonra salgı bezi gibi görev yapan .... adlı yapıyı oluşturur.

e) Yumurta zarının etrafında türe özgü döllenmenin gerçekleşmesinde etkili olan glikoprotein yapılı .... tabakası bulunur.

f) Segmentasyon sonucunda oluşan dut benzeri yapıya .... denir.

g) Blastosistin içindeki sıvı dolu boşluğa .... adı verilir.

ğ) Gastrulasyon evresinde embriyonun alt kısmında oluşan açıklığa .... denir.

h) Zigot oluşumundan sonra ana rahmindeki canlıya gelişiminin ilk 8 haftasında .... 8 haftalıktan doğuma kadar geçen sürede ise .... denir.

2. Plasentanın görevini kısaca anlatınız.

....

....

3. Son menstruasyon evresini 13 Nisan olarak bilen hamile bir kadının doğacak çocuğunun yaklaşık doğum tarihi nedir? Menstrual döngünün aşamalarını dikkate alarak yorumlayınız ve hesaplayınız.

....

....

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için doğru veya yanlış seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Erkek üreme sisteminde sperm ve idrar farklı kanallardan atılır.	○	○
2. Böbreklerde suyun geri emilimi Henle kulpunun çıkan kolunda gerçekleşir.	○	○
3. Sinir hücresinde akson çapı arttıkça uyarı iletim hızı düşer.	○	○
4. Oksitosin, hipofizin ön lobundan salgılanan bir hormondur.	○	○
5. Ara beyin, talamus ve hipotalamus olmak üzere iki kısımdan oluşur.	○	○
6. Aldosteron, kandaki mineral ve su oranını dengelemeye yardımcı olan bir hormondur.	○	○
7. Sarı kemik iliği sadece uzun kemiklerde bulunur.	○	○
8. Göz bebeği, göze gelen ışınların ilk olarak kırıldığı yerdir.	○	○
9. Aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara antagonist kaslar denir.	○	○
10. Kadında ovulasyonun gerçekleşmesinde LH hormonu etkilidir.	○	○
11. Tek yumurta ikizlerinin kan grupları farklı olabilir.	○	○
12. İnce bağırsağın kalın bağırsağa bağlanan kısmına jejunum adı verilir.	○	○
13. Yağların kimyasal sindirimi ince bağırsakta başlamaktadır.	○	○
14. Morulanın kütlesi ve hacmi zigota oranla daha fazladır.	○	○
15. Bowman kapsülü ve glomerulus böbreğin kabuk kısmında bulunan yapılardır.	○	○
16. Virüslere karşı üretilen özel antimikrobiyal proteinlere interferon adı verilir.	○	○
17. Akyuvarlar kanda en fazla bulunan kan hücreleridir.	○	○
18. Kalpteki kirli (oksijence fakir) kanın akciğerlere götürülüp temizlenmesi ve temizlendikten sonra tekrar kalbe dönmesi sürecindeki dolaşıma küçük dolaşım denir.	○	○
19. Nefes alma sırasında diyafram kası gevşeyerek yukarı doğru çıkar, kubbeleşir.	○	○

B. Aşağıdaki tabloda, “insan fizyolojisi” ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. osteosit	6. vas deferens	11. koroid	16. rektum
2. şilomikron	7. eritropoietin	12. Ranvier boğumu	17. karbonik anhidraz
3. his demetleri	8. zigot	13. öz (medulla)	18. endometrium
4. havuzcuk (pelvis)	9. volkman	14. Purkinje lifleri	19. sarkolemma
5. serviks	10. fallopi tüpü	15. homeostazi	20. acinar

1. Döllenmenin ardından oluşan döllenmiş yumurtaya .... adı verilir.
2. Miyelin kılıfla örtülü sinir hücrelerinin akson kısmında miyelin kılıflar arasında kalan boşluklara .... adı verilir.
3. Pankreasın yaklaşık %98’i sindirim enzimi salgılayan .... adı verilen bölümden meydana gelmiştir.
4. .... tabaka, sert tabakanın altında yer alan ve gözü besleyen kan damarlarının bulunduğu tabakadır.
5. Kemikleri oluşturan hücrelere .... adı verilir.
6. Sert kemik dokuda boyuna uzanan havers kanallarını birbirine bağlayan enine kanallara .... kanalları adı verilir.
7. Epididimisten çıkan olgun spermler, üretra kanalına ulaşmadan önce .... adı verilen kanala geçer.
8. Kas hücrelerinin hücre zarına .... adı verilir.
9. Dışkı, kalın bağırsağın .... adı verilen bölümünde geçici olarak depolanır ve anüsten dışarı atılır.
10. Yağların sindirimi sonucu oluşan yağ asidi ve gliserolün ince bağırsak villuslarının epitel hücrelerinde dehidrasyonla yeniden yağa (trigliserit) dönüşmesi ve bu yağların çevresinin protein bir kılıfla kaplanmasıyla .... denilen küçük tanecikler meydana gelir.
11. Kalpte kulakçık kaslarının kasılması sonrasında atrioventriküler (AV) düğüme iletilen uyarı, buradan .... ve .... adı verilen kas lifleri ile karıncıklara dağılır.
12. Alyuvarlarda bulunan ...., karbondioksitin bikarbonat şeklinde taşınmasında görevli bir enzimdir.
13. Böbrekler üç bölümden oluşur, bunlar: Kabuk (korteks), ... ve .... bölümleridir.
14. Böbreklerden .... hormonu, kemik iliklerini uyararak alyuvar yapımını sağlar.
15. Vücut iç ortamının belirli sınırlar içinde dengede olması durumuna .... denir.
16. Uterusun en iç kısmında kılcal damarlarca zengin, mukus salgılayan .... tabakası bulunur.
17. Uterusun vajinaya açıldığı kanala .... adı verilir.

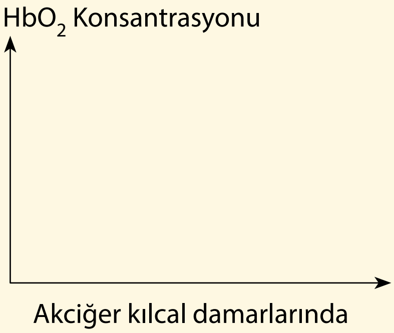
C. Aşağıda verilen kelimeleri kullanarak kasların kasılması sırasında gerçekleşen tepkimelerde boş kalan yerleri doldurunuz.

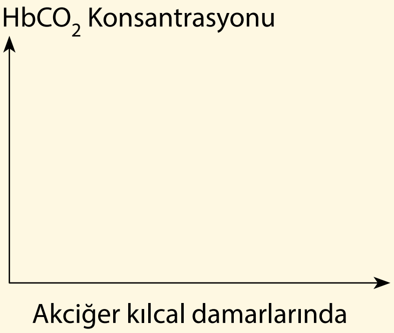
ATP | **Kreatin** | **Kreatin fosfat** | **ATP** | **Enerji** | **ATPaz** | **Kreatin kinaz**

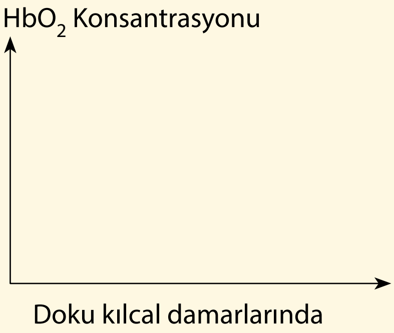
$$\text{..........................} \xrightarrow{\text{..................}} \text{ADP} + \text{P}_i \ \text{..........................}$$

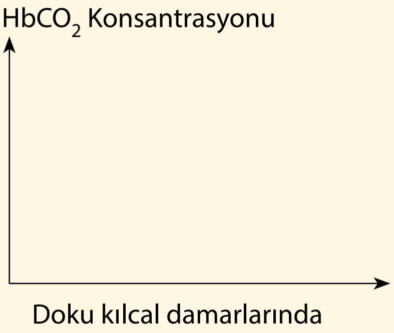
$$\text{..........................} + \text{ADP} \xrightarrow{\text{..................}} \text{..........................} + \text{..........................}$$

Ç. Aşağıdaki grafikler üzerinde solunumla O_2 taşınması sırasında akciğer ve doku kılcal damarlarındaki HbO_2 konsantrasyonu ve CO_2 taşınması sırasında akciğer ve doku kılcal damarlarındaki $HbCO_2$ konsantrasyonunun değişimini gösterecek şekilde çizim yapınız.



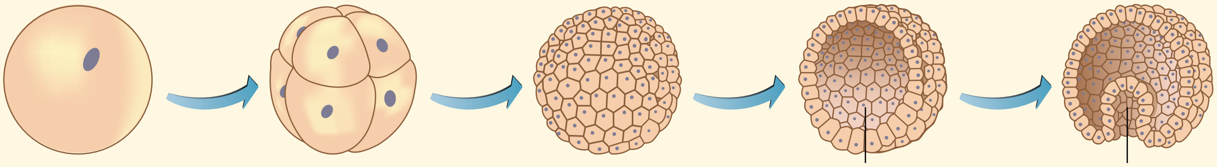






D. Aşağıda embriyonik gelişim sürecinin gastrulasyon evresini gösteren bir şekil verilmiştir. Şekil üzerinde numaralandırılmış bölümleri, verilen kavramları kullanarak tamamlayınız.

morula, blastopor, zigot, blastosist, blastosöl

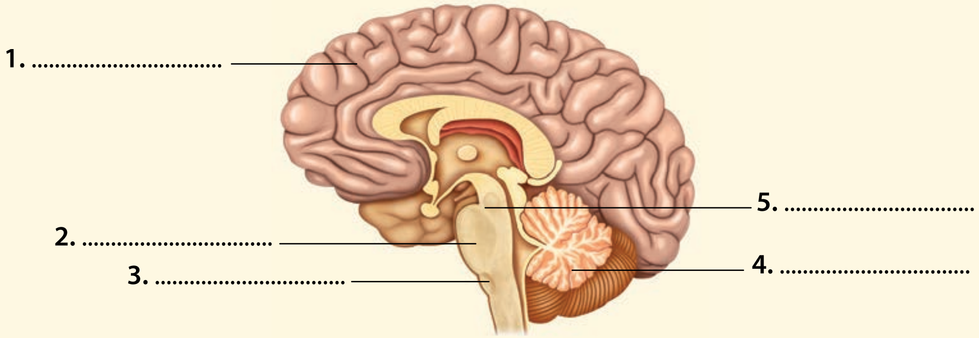


1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

E. **Aşağıda verilen şekil üzerinde insanda sindirim kanalına ait yapılar sindirim başlangıcından bitişine kadar sıralı bir şekilde verilmiştir. Şekil üzerinde boş bırakılan yerleri doldurunuz ve organları yanda verilen görevleri ile eşleştiriniz.**

İNSANLARDA SİNDİRİM KANALI	GÖREVLERİ
1. AĞIZ	**a)** Asidik olan kimusun karaciğer, safra kesesi ve pankreasın salgıladıkları maddelerle bazik hâle dönüştüğü yerdir.
2.	**b)** Proteinlerin kimyasal sindiriminin başladığı yerdir.
3.	**c)** Düz bağırsakta geçici olarak depolanan dışkının vücuttan dışarı atıldığı yerdir.
4. MİDE	**ç)** İstemsiz çalışan kaslarının peristaltik kasılma hareketleri ile besinlerin mideye doğru iletilmesini sağlayan yapıdır.
5.	**d)** Ağızda öğütülen besinlerin yemek borusuna iletilmesini sağlayan bölümdür.
6.	**e)** B ve K vitamini üreten faydalı bakteriler için yaşam ortamı oluşturan ve bu vitaminleri emilimini gerçekleştiren yapıdır.
7. KALIN BAĞIRSAK	**f)** Karbonhidratların sindiriminin başladığı yerdir.
8. ANÜS	**g)** Proteinlerin kimyasal sindiriminin sona erdiği bölümdür.

F. **Beynin bölümlerini (pons, uç beyin, beyincik, omurilik soğanı, orta beyin) şekil üzerinde uygun yerlere yazınız ve aşağıdaki tabloda verilen görevlerle eşleştiriniz.**



Beynin Bölümleri	Görevleri
....	a) Vücudun dengesini sağlar.
....	b) İstemli hareketlerin kontrolünü sağlar.
....	c) Kas tonusu ve vücut duruşunu kontrol eder.
....	ç) Beyincik yarım kürelerini birbirine bağlayarak aralarındaki impuls iletimini sağlar.
....	d) Yutkunma, hapşırma, öksürme, kusma gibi hayati refleksleri kontrol eder.

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. **Vücudun homeostatik dengesinin sağlanmasında görevli organlardan hipotalamusla ilgili olarak;**

I. Vücut sıcaklığının sabit tutulması

II. Vücudun su dengesinin korunması

III. Hipofiz bezinin çalışmasının denetlenmesi

IV. Vücut dengesinin sağlanması

gibi görevlerden hangilerinin gerçekleşmesinde etkilidir?

A) I, II ve III B) I, II ve IV C) II, III ve IV

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

2. **Aşağıdaki merkezî sinir sistemi organ ve görevleri eşleştirmelerinden hangisi yanlış olarak verilmiştir?**

A) Omurilik-Refleksleri ve alışkanlık hareketlerini kontrol eder.

B) Omurilik soğanı-Solunum, sindirim, dolaşım, boşaltım gibi sistemlerin çalışmasını kontrol eder.

C) Beyincik-Düşünme, hafıza, zekâ merkezlerini bulundurur.

D) Talamus-Koku hariç diğer duyu organlarından gelen uyarılar buradan geçerek uç beyne iletilir.

E) Orta beyin-Görme ve duyma reflekslerini kontrol eder.

3. **Eşik şiddetinin üstünde bir uyarı alan bir sinir hücresinde iletim gerçekleşirken aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?**

A) Açığa çıkan CO_2 miktarının artması

B) ATP sentez hızının artması

C) İletim hızının artması

D) Hücre zarı ile dış ortam arasında elektriksel yük değişimlerinin gerçekleşmesi

E) Oksijen tüketim hızının artması

4. **İnsan sinir sisteminin hücrelerinden olan duyu nöronları;**

I. Reseptör organdan merkezî sinir sistemine uyarı taşımak

II. Merkezî sinir sisteminden tepki organına uyarı taşımak

III. Uyarıların değerlendirilmesi ile verilecek tepkiyi oluşturmak

gibi görevlerden hangilerini gerçekleştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

5. **Aşağıdakilerden hangisi otonom sinir sistemi kontrolünde gerçekleştirilmez?**

A) Göz bebeklerinin büyüyüp küçülmesi

B) Bağırsaktaki peristaltik hareketlerin hızlanıp yavaşlaması

C) Kalp atışlarının hızlanıp yavaşlaması

D) Bronşların genişleyip daralması

E) Eliyle sıcak bir cisme dokunan kişinin elini hızla çekmesi

6. **İnsan vücudunda hormonların etkisiyle gerçekleşen;**

- Kalsiyumun kandan kemiklere geçmesi
- Metabolizma hızının artırılması
- Kandaki fazla glikozun karaciğerde glikojene dönüştürülmesi
- Böbrek nefronlarında sodyumun (Na) geri emilmesinin artırılması

olaylarının gerçekleşmesinde aşağıdaki hormonlardan hangisinin etkisi yoktur?

A) ADH (Vazopressin) B) Kalsitonin

C) Aldosteron D) İnsülin

E) Tiroksin

7. Aşağıdakilerden hangisi hormon salgılamakla görevli endokrin bezlerden değildir?

A) Tiroit bezi
B) Hipofiz bezi
C) Böbrek üstü bezi
D) Ter bezi
E) Pankreas

8. Aşağıdakilerden hangisi adrenalin hormonunun etkilerinden değildir?

A) Kan şekerini artırmak
B) Kalp atış hızını artırmak
C) Tükürük salgısını artırmak
D) Mide çalışmasını yavaşlatmak
E) Tüylerin diken diken olmasını sağlamak

9. Pankreastan salgılanan insülin hormonunun eksikliğine bağlı olarak;

I. Kandaki şeker oranının artması
II. İdrarla şeker atılması
III. Bağışıklık sisteminin zayıflaması
IV. Hücrelerde protein sentezinin hızlanması

sonuçlarından hangilerinin görülmesi beklenir?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

10. Lenf dolaşımı ile ilgili olarak;

I. Atardamar, toplardamar ve kılcal damardan oluşur.
II. Ödem oluşumunu engeller.
III. İnce bağırsaktan emilen yağın sindirim ürünlerinin dolaşım sistemine taşınmasında görevlidir.
IV. Bağışıklığın sağlanmasında görevlidir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

11. İnsanda bulunan duyu organlarına ait yapılar ve görevleriyle ilgili olarak;

I. Östaki borusu-Kulak zarının iki tarafındaki basıncı dengeleyerek zarar görmesini engeller.
II. Salyangoz-Vücut dengesinin korunmasında görevlidir.
III. Göz merceği-Göze giren ışınları kırarak sarı benek üzerine düşmesini sağlar.
IV. Sarı bölge-Koku alma reseptörlerini bulundurur.

eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

12. İnsan duyu organlarından deri ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Vücudu zararlı etkilere karşı korur.
B) Vücut sıcaklığının ayarlanmasında görevlidir.
C) D vitamini sentezler.
D) Epidermis tabakasında bol miktarda kılcal kan damarı bulundurur.
E) Dermis tabakasında duyu reseptörleri bulunur.

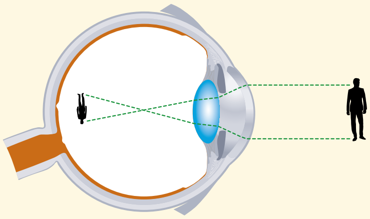
13. Alyuvarlarda gerçekleşen;

I. $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$
II. $HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$
III. $Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$
IV. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$

olaylarından hangileri kan, doku kılcallarından geçerken gerçekleşir?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

14.



Yukarıdaki şekilde görülen göz kusuru ile ilgili olarak göz kusuru çeşidi ve hangi mercekle düzeltilebildiği aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Miyop-Kalın kenarlı mercek

B) Miyop-İnce kenarlı mercek

C) Hipermetrop-Kalın kenarlı mercek

D) Hipermetrop-İnce kenarlı mercek

E) Astigmat-Kalın kenarlı mercek

15. Aşağıdakilerden hangisi iskelet sisteminin görevleri arasında yer almaz?

A) Kaslar ve eklemlerle birlikte vücudun hareketini sağlamak

B) Mineral depolamak

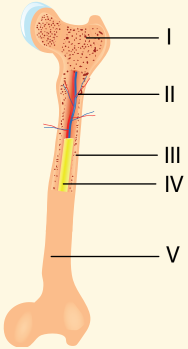
C) İç organları korumak

D) Hormon üretmek

E) Vücuda şekil vermek

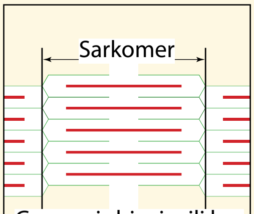
16. Yanda uzun kemiğin yapısında bulunan bölümler numaralandırılarak gösterilmiştir.

Buna göre kaç numaralı yapı, kısa ve yassı kemiklerde bulunmaz?

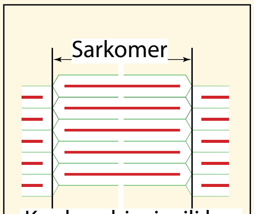


A) I B) II C) III D) IV E)V

17.



Gevşemiş bir çizgili kas



Kasılmış bir çizgili kas

Yukarıda gevşemiş ve kasılmış kasların şekilleri verilmiştir.

Buna göre kasılmış ve gevşemiş durumda bulunan kasların yapılarındaki bölümlerden hangisi değişmez?

A) Kas boyu

B) Kas kalınlığı

C) Kas hacmi

D) Sarkomer boyu

E) Aktin ve miyozin proteinlerin boyu

18. İnsan embriyosunun gelişmesiyle ilgili olarak;

I. Embriyonun ürettiği CO_2 annenin akciğerleriyle dışarı atılır.

II. Embriyonun kanı ile annenin kanı birbirine karışır.

III. Embriyonun azotlu boşaltım ürünleri annenin boşaltım sisteminden uzaklaştırılır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

19. İnsanda erkek üreme sisteminde aşağıdaki yapılardan hangisi bulunmaz?

A) Seminifer tüpçükleri

B) Epididimis

C) Vas deferens kanalı

D) Fallopi tüpü

E) Penis

20. Safra ile ilgili olarak verilen;

I. Sindirim enzimi içerir.
II. Yağın mekanik sindirimini gerçekleştirir.
III. Bağırsakta mikroorganizmaların çoğalmasını engeller.
IV. İnce bağırsağın bazikleşmesinde etkilidir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

21. Midenin, besinlerin sindirilmesi için sindirim enzimi üretmesini sağlayan durumlardan;

I. Besinlerin tadı ve kokusu
II. Besinlerin mide duvarına teması
III. Mide hücreleri tarafından üretilen gastrin

sinirsel, hormonal ve mekanik etkiye ait olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	Sinirsel	Hormonal	Mekanik
A)	I	II	III
B)	I	III	II
C)	II	I	III
D)	II	III	I
E)	III	I	II

22. İnce bağırsaktan emilen yağ asitleri ve gliserol kalbe gelinceye kadar aşağıdakilerden hangisinden geçmez?

A) Peke sarnıcı
B) Lenf damarları
C) Sol köprücük altı toplardamarı
D) Kapı toplardamarı
E) Ana lenf damarı

23. Aşağıdakilerden hangisi sindirim sistemi rahatsızlığı değildir?

A) Kabızlık
B) Diş çürümesi
C) Tansiyon
D) Gastrit
E) Ülser

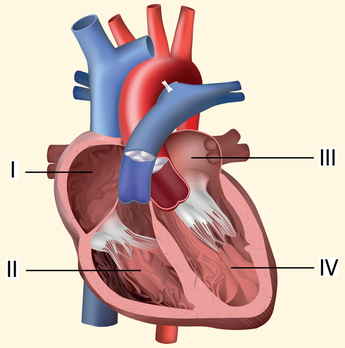
24. İnsanın büyüme ve gelişme sürecinde döllenmeden sonra ilk gerçekleşen olay hangisidir?

A) Hücre hareketleri
B) Bölünme
C) Morula oluşumu
D) Farklılaşma
E) Organ oluşumu

25. Aşağıdakilerden hangisi karaciğerin görevlerinden değildir?

A) Amonyağı (NH_3) daha az zehirli olan üreye çevirmek
B) Fazla glikozu glikojene dönüştürerek depolamak
C) Kan şekerini ayarlayan hormonları üretmek
D) Bazı kan proteinlerini üretmek
E) Yaşlanmış alyuvar hücrelerini parçalamak

26.



Yukarıda insan kalbinin odacıkları numaralandırılarak gösterilmiştir.

Buna göre kaç numaralı odacıklarda oksijence fakir, karbondioksitçe zengin kan (kirli kan) bulunur?

A) I ve II
B) I ve III
C) III ve IV
D) II ve IV
E) I ve IV

27. Aşağıdakilerden hangisi küçük kan dolaşımı sırasında gerçekleşir?

A) Kanın oksijen içeriğinin zenginleşmesi

B) Kanın besin içeriğinin zenginleşmesi

C) Kanın içindeki azotlu atıkların uzaklaştırılması

D) Kanın karbondioksit içeriğinin zenginleşmesi

E) Kanın su içeriğinin zenginleşmesi

28. Bağırsaklardan emilen bir besin maddesinin böbreklere gelinceye kadar aşağıdaki damarlardan hangisinden geçmesi zorunlu değildir?

A) Kapı toplardamarı

B) Karaciğer atardamarı

C) Böbrek atardamarı

D) Aort

E) Alt ana toplardamar

29. Aşağıdakilerden hangisi özgül olmayan bağışıklık sağlamada etkili değildir?

A) Doğal katil hücreler

B) Fiziksel engeller

C) İnterferonlar

D) Hücresel bağışıklık

E) İltihaplanma

30. Aşağıdakilerden hangisi böbreğin görevlerinden değildir?

A) Kanın pH'ının sabit tutulmasında görev alır.

B) Kanın su dengesini ayarlar.

C) Amonyağı (NH_3), daha az zehirli olan üreye çevirir.

D) Kan hücresi yapımı için hormon sentezler.

E) Yağları glikoza dönüştürebilir.

31. Nefes alıp verme sırasında gerçekleşen;

I. Diyafram kasının kasılıp düzleşmesi

II. Göğüs iç hacminin artması

III. Kaburgalar arası kasların gevşemesi

IV. Akciğer iç hacminin azalması

olaylarından nefes alma ve nefes verme sırasında gerçekleşenler hangisinde doğru verilmiştir?

	Nefes alma	Nefes verme
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	III ve IV	I ve II

32. Aşağıdaki damarların hangisinde bulunan kanın pH'ı diğerlerinden düşüktür?

A) Akciğer atardamarı

B) Böbrek atardamarı

C) Karaciğer atardamarı

D) Beyin atardamarı

E) Koroner kılcal damarlar

33. İdrar oluşumu sırasında glomerulus kılcallarında gerçekleşen süzülme olayının hızını;

I. Kan basıncı

II. Kanın ozmotik basıncı

III. ATP miktarı

IV. Ortam sıcaklığı

etkenlerinden hangileri etkiler?

A) I, II ve III
B) I, II ve IV
C) II, III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

II. ÜNİTE

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

1. Komünite Ekolojisi
2. Popülasyon Ekolojisi

Yeryüzünde sucul ve karasal ortamlarda milyonlarca canlı yaşamaktadır. Bu canlılar birbirleriyle ve çevreleriyle sürekli bir ilişki içindedirler. Ekoloji, bu ilişkileri inceleyen bilim dalıdır.

Bu ünitede bir arada yaşayan farklı türden canlıların birbirleriyle ilişkileri ve aynı türe ait bireylerin oluşturdukları toplulukların yapısı anlatılacak, çevreleriyle veya diğer canlılarla ilişkilerinin bozulması sonucunda nesli tükenen canlılara örnekler verilecektir.

1. BÖLÜM

KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

Arka plandaki resimde, Afrika'da küçük bir su birikintisinin olduğu bir alanda birlikte yaşayan canlılar görünmektedir. Bu örnekte olduğu gibi ortak yaşam alanına sahip farklı türden canlıların oluşturdukları topluluklara *komünite* adı verilir.

Bu bölümde komünitenin yapısı, komüniteyi oluşturan canlılar arasındaki ilişkiler ve komünitelerdeki değişimler anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Biyolojik çeşitlilik
2. Ekosistem
3. Komünite
4. Rekabet
5. Simbiyotik ilişki
6. Süksesyon

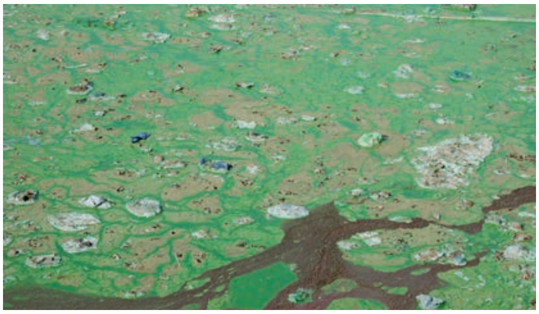
1. KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

1.1. KOMÜNİTENİN YAPISI

Çevrenizi gözlemlediğinizde, canlıların birbirleri ve çevrelerindeki cansız varlıklarla sürekli etkileşim hâlinde olduğunu fark edersiniz. Belirli bir alanda yer alan bitki, hayvan, mikroorganizma gibi tüm canlılar ve bunların cansız çevrelerinin birbirleriyle etkileşiminin sonucu oluşan dinamik yapıya **ekosistem** denir. **Biyolojik çeşitlilik,** yeryüzünde yaşayan tüm canlıların ve yaşam şekillerinin çeşitliliği demektir. Diğer bir deyişle biyolojik çeşitlilik türlerin kendi içindeki ve türler arasındaki çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliğini içerir. Sınırlı bir çevre içinde bulunan ve farklı türde canlıların oluşturduğu etkileşim hâlindeki topluluklara **komünite** adı verilir. Komünite içinde yaşayan canlılar birbirleriyle rekabet, simbiyoz ilişki gibi etkileşimlerde bulunabilir. Örneğin; İğne Ada'da yaşayan bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar; Burdur Gölü'nde yaşayan canlılar; insan sindirim sisteminde yaşayan mikroorganizmalar birer komünitedir. Bir komünite, başka bir komünite ile komşu olabilir, başka bir komüniteyi kapsayabilir veya komünitenin bir bölümü başka bir komünite ile kesişiyor olabilir.

Komünitelerin içerdiği tür sayıları farklılık gösterebilir, buna **tür çeşitliliği** adı verilir. Tür çeşitliliğini etkileyen çeşitli faktörler olabilir. Bunlar yağış, nem, sıcaklık, ışık gibi cansız faktörler olabileceği gibi avcı veya av sayısı, rekabet içindeki türler gibi canlı faktörler de olabilir. Örneğin, ekvator bölgelerindeki ormanlarda tür çeşitliliği fazlayken kutuplarda tür çeşitliliği çok daha azdır. Karasal ortamlarda tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktör, enlem bölgelerindeki farklılıklardır. Çünkü ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe değişen enlem derecelerine bağlı olarak güneş ışınlarının geliş açısı değiştiğinden sıcaklık, mevsimler, gece gündüz arasındaki zaman farkı, bitki örtüsü çeşitliliği, akarsu rejimleri, toprak yapısı ve toprağın karla örtülü olma süresi değişir. Karasal komünitelerin tür çeşitliliği de bu faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir. Sucul komünitelerde ise tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktörler, suyun derinliği ve temizliğidir (Resim 2.1). Işığın suyun derinliklerine ulaşabilme oranı, su içindeki tür çeşitliliğini önemli ölçüde etkiler. Güneş ışınlarının ulaşabildiği yerlerde sıcaklık, canlıların yaşayabilmesi için uygun olur. Ayrıca ışığı kullanarak fotosentez yapan üretici canlıların sayısı da arttığından tür çeşitliliği de fazladır. Işığın ulaşmadığı bölgelerde ise tür çeşitliliği çok daha azdır. Aynı şekilde kirliliğin fazla olduğu sularda da tür çeşitliliği azdır (Resim 2.2).

Resim 2.1 Sucul komünitelerde tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktörler, derinlik ve temizliktir.



Resim 2.2 Su kirliliği, suyun içinde yaşayan canlı çeşitliliğini azaltır.

Komüniteler keskin bir şekilde birbirlerinden ayrılmazlar ve birbirleriyle kesişim bölgeleri oluştururlar. Bu kesişim bölgelerine **ekoton** adı verilir. Ekoton, her iki komüniteye ait canlıları barındırdığından buralarda tür çeşitliliği daha çoktur. Bu canlıların değişen çevre koşullarına toleransları fazladır ve birey sayıları azdır. Nehirlerin denizlere döküldüğü yerler, ekoton bölgelerine örnek verilebilir. Bu alanlarda hem deniz hem de tatlı su türlerinden canlılar yaşayabilir.

Komüniteyi oluşturan canlılar arasında karşılıklı etkileşimler söz konusudur (Tablo 2.1). Bu etkileşimleri genel olarak pozitif, negatif ya da nötr etkileşimler olarak sınıflandırabiliriz. Başlıca etkileşim çeşitleri rekabet, av-avcı ilişkileri ve simbiyoz yaşam şekilleridir. Bu canlı etkileşimlerinde bazen iki canlı da yarar sağlar. Bazen de canlılardan biri bu etkileşimden yarar sağlarken diğeri zarar görebilir veya etkilenmeyebilir.

Tablo 2.1 Komüniteyi Oluşturan Canlılar Arasındaki Etkileşimler

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet	–	–
Av-Avcı	+	–
Mutualizm	+	+
Kommensalizm	+	0
Parazitizm	+	–
Amensalizm	0	–

(+): yarar görür, (–): zarar görür, (0): etkilenmez.

1.2. KOMÜNİTELERDE REKABET VE AV-AVCI İLİŞKİSİ

1.2.1. REKABET

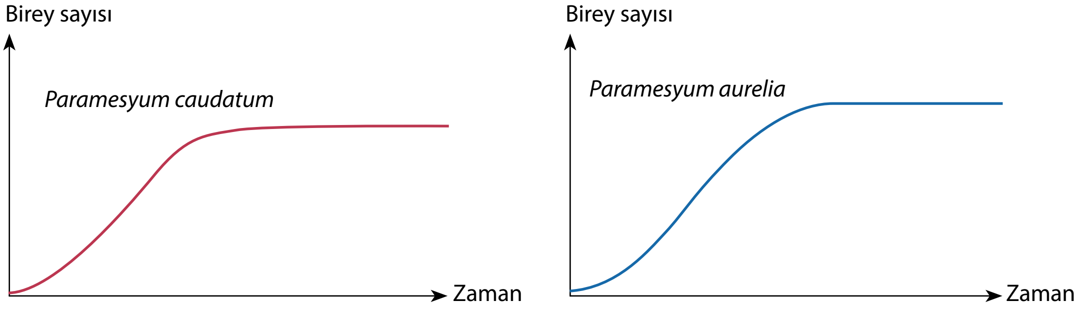
Sınırlı kaynakların bulunduğu ortamda yaşayan canlılar arasında, bu kaynakların kullanımı için rekabet görülür. Rekabet, aynı tür canlılar arasında görülebileceği gibi farklı tür canlılar arasında da görülebilir. Örneğin, aynı tohum ile beslenen kuş türleri bu tohumlar için; aslan, kaplan gibi yırtıcılar ise avladıkları tavşan gibi otçullar için rekabet ederler (Resim 2.3a). Ayrıca bitkilerde de rekabet görülebilir. Topraktaki su ve minerallerden faydalanabilmek için köklerini daha derinlere uzatan bitkiler, güneş ışığından daha fazla faydalanmak için sürgün sistemlerini daha yukarılara uzatarak hem kendi aralarında hem de çevrelerindeki diğer bitkiler ile rekabet ederler (Resim 2.3b).

(a) (b)

Resim 2.3 (a) İki antilobun besin, üreme vb. için rekabeti, (b) Bitkilerin güneş ışığı için rekabeti

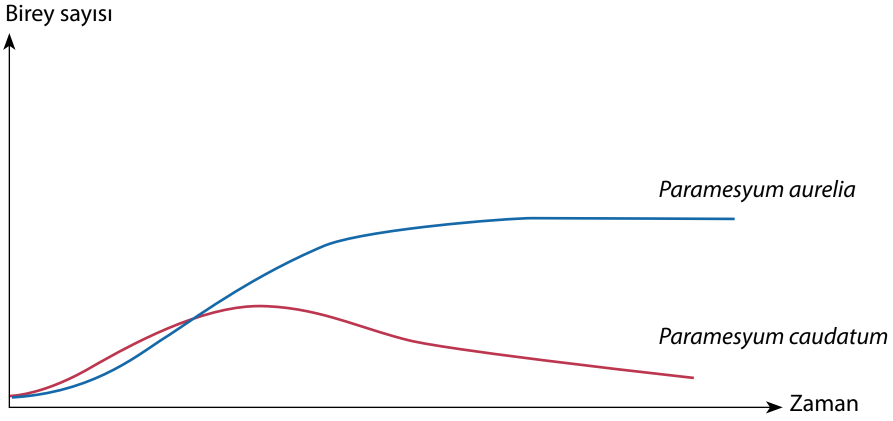
Birbirleriyle rekabet eden iki türden ikisi de bu rekabetten genellikle zarar görür. 1934 yılında Rus ekolog Georgy Gause (Corcy Gous, 1910-1986), iki farklı paramesyum türü üzerinde yaptığı deneylerde, rekabetin türler üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı, çalışma yaptığı *Paramesyum caudatum* (Paramesyum kaudatum) ve *Paramesyum aurelia* (Paramesyum aurelya) türlerini ilk olarak ayrı ayrı kültürlerde yetiştirmiş ve her gün düzenli olarak sabit besin verdiğinde her iki popülasyonun da sayısının hızla arttığını ve bir süre sonra dengeye ulaştığını gözlemlemiştir (Grafik 2.1).

Grafik 2.1 Farklı Ortamlara Konulan İki Türün Birey Sayısındaki Değişim



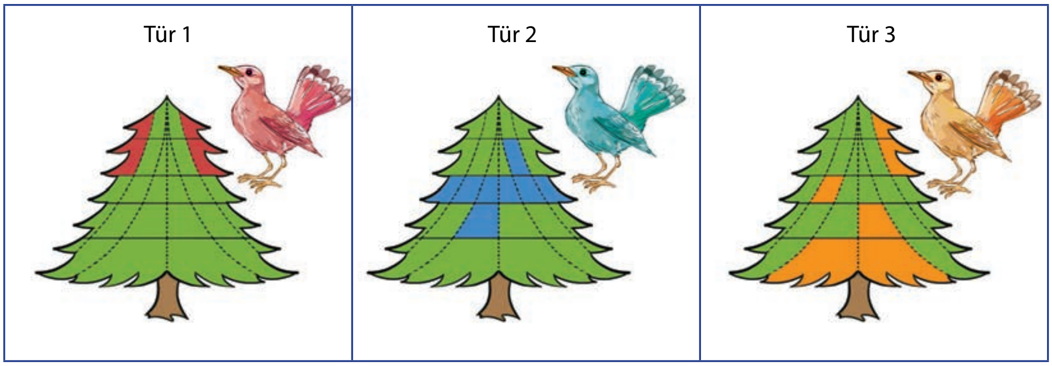
Gause, iki türü bir araya koyduğunda ise besin için türler arası rekabet görmüştür. Sonuçta *Paramesyum aurelia* türü yaşamaya devam ederken *Paramesyum caudatum* türü yok olmuştur (Grafik 2.2). Bir başka deyişle kaynakları daha iyi kullanan *Paramesyum aurelia,* rekabeti kazanarak yaşamaya devam etmiş, *Paramesyum caudatum* ise ortamdan elenmiştir. Gause'un buradan çıkardığı sonuç, sınırlı kaynaklar için rekabet eden türlerin aynı ortamda birlikte bulunamayacağıdır. Günümüzde ekologlar, Gause'un bu bulgusunu **rekabette elenme prensibi** olarak adlandırmaktadırlar.

Grafik 2.2 Aynı Ortama Konulan İki Türün Birey Sayısındaki Değişim



Rekabette temel olan, iki türün ekolojik gereksinimlerinin yani *ekolojik nişlerinin* aynı olmasıdır. **Ekolojik niş**, türün çevresindeki canlı ve cansız kaynakları kullanabilmesi ile ilgili durumların tamamı olarak tanımlanabilir. Daha pratik bir tanımla ekolojik niş, "canlının yaşadığı habitattaki ekolojik işi"dir.

Ekolojik nişi benzer olan türler arasında rekabet fazlayken ekolojik nişleri farklı olan canlılar arasında rekabet azdır. Benzer ekolojik nişe sahip canlıların aynı ortamda bulunması durumunda iki olasılık vardır. Rekabet gücü az olan canlılar ya o alanda yok olacak ya da başka bir kaynağı kullanmaya başlayacaklardır. Aynı komünitede yaşayan ve ekolojik nişleri benzer olan canlıların bir arada yaşamasına olanak sağlayan bu olaya **kaynak paylaşımı** adı verilir. Örneğin, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi ekolojik nişleri benzer olan farklı çalı bülbülü türleri, aynı ağaç üzerinde yaşarken ağacın farklı yerlerine yerleşir ve farklı besinleri tüketirler. Ağacın üst kısımlarındaki kuşlar, genç tohumları ve yaprakları yerken diğer bölgelerdeki kuşlar, ağaç üzerindeki böcekler veya likenlerle beslenir. Böylece kaynakları birlikte kullanmış olurlar.



Şekil 2.1 Farklı türdeki çalı bülbüllerinin kaynak paylaşımı

1.2.2. AV-AVCI İLİŞKİSİ

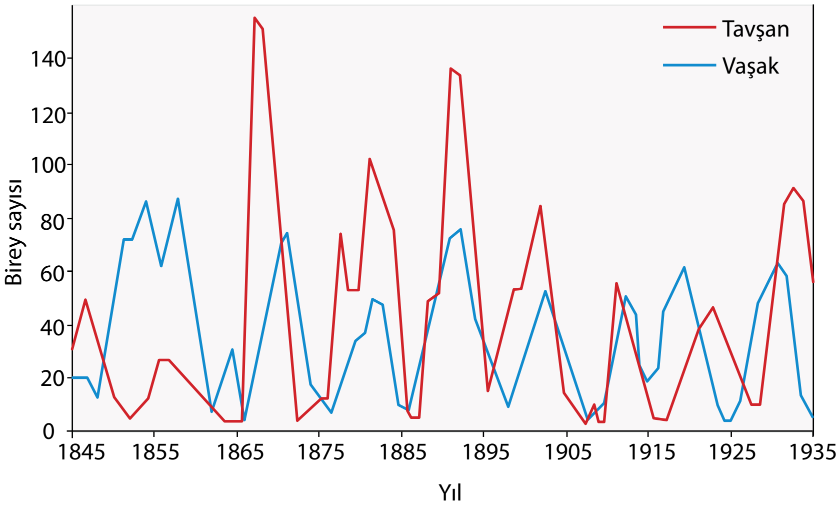
Komünitelerdeki canlılar arasındaki etkileşimlerden biri de av-avcı ilişkisidir. Besin olan hayvana **av,** av ile beslenen hayvana **avcı** adı verilir. Hayvanlar, bitkileri veya bitki ile beslenen başka hayvanları yiyerek hayatta kalırlar. Örneğin; bir vaşak, bir tavşanı avlayarak hayatta kalırken tavşan da otları yiyerek yaşamını sürdürür. Avcı hayvanların avlarını yakalayıp onlarla beslenebilecek adaptasyonları bulunurken avcıların da avlarından saklanabilecek ve kaçabilecek adaptasyonları bulunur. Örneğin; ağaçların içindeki kurtlarla beslenen kuşların gaga yapıları, bu böcekleri ağaç içinden çıkarabilecek şekilde adaptasyona sahiptir (Resim 2.4a). Bazı canlılar ise yaşadıkları ortam ile benzer renk ve desen özellikleri göstererek kamufle olurlar (Resim 2.4b).

(a)
(b)

Resim 2.4 (a) Ağaçkakan, sivri gagası sayesinde ağaç kabuklarının altlarında gizlenmiş tırtıl ve böceklerle beslenir. (b) Kurbağa, derisinin rengi ve yapısı sayesinde bulunduğu kum ve bataklık zeminde kamufle olur.

Komünite içindeki av ve avcıların sayısı birbirine bağlı olarak değişir. Örneğin; bir komünitede avcı olan vaşaklar, tavşanları avlayarak beslenir. Buna bağlı olarak vaşak sayısı artarken tavşan sayısı azalır. Bir süre sonra azalan tavşan sayısına bağlı olarak vaşak popülasyonu içinde rekabet görülmeye başlar. Vaşaklardan bir kısmı başka bir komüniteye göç eder veya yetersiz besinden dolayı ölür. Azalan vaşak popülasyonuna bağlı olarak ise bir süre tavşanların sayısı artmaya başlar (Grafik 2.3).

Grafik 2.3 Tavşan ve Vaşak Popülasyonunun Birbirine Bağlı Olarak Değişen Birey Sayıları



1.3. KOMÜNİTELERDE SİMBİYOTİK İLİŞKİLER

Bir komünite içinde farklı beslenme şekillerine sahip canlılar bulunur. **Üretici canlılar,** fotosentez ve kemosentez gibi reaksiyonlar ile inorganik maddelerden organik madde sentezi yaparak komünitenin besin ihtiyacını karşılar. **Tüketici canlılar** ise inorganik maddelerden organik madde sentezleyemeyen, besinleri dışardan almak zorunda olan canlılardır. Tüketici canlılardan bazıları **holozoik** beslenme şekline sahiptir. Holozoik beslenen canlılar, besinlerini büyük parçalar hâlinde alan ve sindirim sistemlerinde parçalayan canlılardır. Bu canlılar, kullandıkları besin kaynaklarına göre otçul (herbivor), etçil (karnivor) ve karışık (omnivor) beslenenler şeklinde sınıflandırılır. Bazı tüketici canlılar ise ölü atıkları parçalayarak **saprofit (çürükçül, ayrıştırıcı)** beslenir. Komüniteyi oluşturan canlılar, beslenme ihtiyaçlarını karşılarken birbirleriyle etkileşim hâlindedir ve bazı canlılar arasında birlikte yaşam şekilleri görülmektedir. Aynı komünitede bulunan farklı iki türün bir arada yaşamasına **simbiyoz yaşam** adı verilir. Simbiyoz yaşam şekilleri mutualizm, kommensalizm, parazitizm ve amensalizm olarak sınıflandırılır.

1.3.1. MUTUALİZM

Birlikte yaşayan türlerin birbirlerine fayda sağladığı simbiyoz yaşam şekline **mutualizm** adı verilir. Mutualist yaşayan canlılar, birbirlerinin ihtiyaçlarını karşılayarak yaşamaya devam eder. Mutualizm, hayvan-hayvan,

Araştırınız

Sucul ve karasal ortamlarda av-avcı ilişkisi yaşayan canlıları araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bunu biliyor musunuz?

Vaşak, kedigiller ailesinden orta büyüklükte etçil ve yabani bir hayvandır. Genel görünümüyle kediye benzer ancak normal bir kediden yaklaşık 5 kat daha iridir. Kulakları normal kediye göre daha uzun ve kulak uçları tüylüdür. Kuyruğu ise kısadır. Geniş patileri, karda rahat yürümesini sağlar. Vaşak; orman hayvanıdır, genellikle kayalık ve dağlık bölgeleri tercih eder. Sadece iyi bir dağcı değil aynı zamanda iyi bir yüzücüdür. Bu nedenle tavşan, ördek, yer kuşları, balık gibi geniş bir av yelpazesi vardır. Türkiye'de Bolu, Kars, Erzurum, Sivas, Artvin ve Rize'de yaşar.

www.tramem.org
(Erişim Tarihi: 02.04.2017)

bitki-bitki, hayvan-bitki, mantar-hayvan, mantar-bitki, mikroorganizma-hayvan, mikroorganizma-bitki gibi farklı canlılar arasında görülebilir. Baklagiller ile köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakteriler, geviş getiren memeliler ile sindirim sistemlerinde yaşayan selüloz sindirici bakteriler, mercanlar ile dokuları arasındaki tek hücreli fotosentetik algler, deniz mercanları olan anemonlar ile tentakülleri arasında yaşayan palyaço balıkları başlıca mutualist yaşam örnekleridir.

Mutualist yaşam örneklerinden bazıları şu şekilde açıklanabilir:

- Baklagil köklerindeki nodüllerde yaşayan bakteriler, havadaki azot gazını bağlayarak bitkinin azotu kullanabilmesini sağlar. Karşılığında ise bitkiden organik besin alır (Resim 2.5a).
- Bir deniz mercanı olan anemon, yakıcı tentakülleriyle derisi özel bir mukus tabakası ile kaplı olan palyaço balığını düşmanlarından korur. Palyaço balığı da anemonla beslenen balıkları anemondan uzak tutar (Resim 2.5b).
- Ekolojik açıdan en önemli mutualizm örneklerinden biri de çiçekten nektar (bal özü) emerek beslenen böceklerin, bitkilerin tozlaşmasını ve böylece nesillerinin devamını sağlamalarıdır (Resim 2.5c).

(a) (b) (c)

Resim 2.5 (a) Baklagiller ile köklerindeki azot bağlayıcı bakteriler, (b) anemon ile palyaço balığı, (c) nektarla beslenen böceklerle bitkiler arasında mutualist birliktelik görülür.

- Mantar ve algin oluşturduğu **liken** adı verilen yaşam birlikleri, heterotrof ve ototrof canlılar arasındaki mutualizmin en güzel örneklerinden biridir (Resim 2.6a,b). Alg, mantarın solunum sonucu ürettiği su ve karbondioksiti fotosentezde kullanarak besin ve oksijen üretir. Mantar da algin ürettiği bu besin ve oksijeni enerji üretiminde kullanır.

(a) (b)

Resim 2.6 (a), (b) Mantar ve alg arasındaki liken birlikteliğinin iki farklı örneği

- İnsanlar, bağırsaklarında yaşayan birçok bakteri türüyle mutualist yaşam sürdürmektedirler. *Bağırsak florası* adı verilen çok sayıda farklı tür mikroorganizmanın milyonlarca üyesi, insan vücudunda sindirim sistemi organlarında yaşar. Bu bakterilerin büyük bir kısmı faydalıdır. Bunlar; bazı vitaminlerin üretilmesi ve bağırsak hücrelerinden emilimi, bağışıklık sisteminin gelişmesi, zararlı bakterilerin üremesinin engellenmesi gibi görevleri gerçekleştirir. Uzun süreli antibiyotik kullanımı ve dengesiz beslenme gibi faktörler, bağırsak florasının zarar görmesine neden olabilir. Bu durumda bağırsak florasının yeniden düzenlenmesine katkıda bulunacak yoğurt ve kefir gibi canlı mikroorganizma içeren gıdalar ile probiyotik gıdalar alınmalıdır.

Mutualist yaşayan canlılar, birbirlerinin eksikliklerini tamamladıkları için ayrıldıklarında zarar görür ve yaşamaya devam edemezler. Bu mutualizm şekline **zorunlu mutualizm** denir. Bazı canlılar arasında ise **isteğe bağlı (gevşek) mutualizm** görülür. Örneğin, timsah ile timsah avlandıktan sonra ağzındaki atıkları temizleyen kuşlar arasında gevşek mutualizm vardır (Resim 2.7).

Resim 2.7 Timsah ile timsahın ağzındaki atıklarla beslenen kuşlar arasında gevşek mutualizm görülür.

1.3.2. KOMMENSALİZM

Latince beraber yemek anlamına gelen **kommensalizm** birlikteliğinde, beraber yaşayan canlılardan biri, bu beraberlikten fayda sağlarken diğeri yarar veya zarar görmeden yani etkilenmeden yaşar. Örneğin; sığırların etrafında uçan kuşlar, sığırlar otlarken otların arasından kalkıp uçuşan sinekleri yer. Benzer şekilde, avcı hayvanların avladıkları hayvanlardan kalan atıkları, leşçi hayvanların tüketmesi de kommensalizm örneğidir (Resim 2.8a). Kommensalizmin belirgin bir örneği de köpek balıkları ile onların etrafında gezen küçük yapışkan balıkları [*Echeneis naucrates* (Ekenays nokrates)] arasında gözlemlenir. Köpek balığı avını yerken etrafa saçılan parçalar, bu ufak balıklar için besin kaynağı olmaktadır (Resim 2.8b).

(a) (b)

Resim 2.8 (a) Aslan ile aslanın avından kalan atıklarla beslenen akbabalar arasında, (b) köpek balıkları ile yapışkan balıkları arasında kommensalizm görülür.

1.3.3. PARAZİTİZM

Parazitizm yaşam birliğinde, organizmalardan biri bu birlikten fayda sağlarken diğeri zarar görür. Başka bir canlının üzerinde yaşayarak ona zarar veren canlıya **konakçı** veya **parazit** denirken zarar gören canlıya ise **konak** adı verilir. Parazitlerin birçoğu, konağın hastalanmasına neden olurken bazı parazitler, konağın ölmesine de neden olabilir. Parazitler, genellikle konaktan daha küçük vücuda sahiptir ve konağa yerleştiklerinde onun savunma sisteminden etkilenmeden yaşayabilmektedir.

Parazitler; genellikle bakteri, protista veya mantar gibi tek hücreli mikroorganizmalardır. Bunun yanı sıra çok hücreli hayvansal ve bitkisel parazitler de mevcuttur:

Bunu biliyor musunuz?

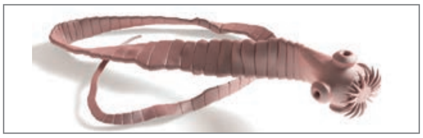
Deniz dokuzgözlüleri hem omurgalı olmaları hem de parazit bir yaşam sürmeleri nedeniyle ilgi çeken deniz canlılarıdır. Bilindiği gibi parazit olarak yaşayan hayvanların hemen hemen hepsi omurgasızdır. Deniz dokuzgözlüleri ise denizlerde ve tatlı sularda yaşayan ilkel omurgalı hayvanlardır. Yaşamlarının büyük bir bölümünü denizlerde geçirirken üremek için tatlı sulara girer ve bir defa üredikten sonra ölürler. Boyları 50-70 cm (en fazla 100 cm) kadar olur. Ağızları yuvarlaktır ve diğer canlılara kolayca tutunmak üzere özelleşmiş dişleri vardır. Larva zamanı planktonlarla beslenirler. Ergin hâldeyken ise balıklara yapışıp onların kanlarını emerler. Kuzey Doğu Amerika, Batı Avrupa, Batı Akdeniz kıyıları deniz dokuzgözlülerinin başlıca yaşam alanlarıdır.

Bilim ve Teknik, Ağustos 2013

Hayvansal Parazitler

Hayvanlar âlemi içinde bulunan bazı canlılar, başka hayvanları konak olarak kullanıp yaşamlarına devam etmektedir. Hayvansal parazitler, konak canlının vücudu içinde yaşayan iç parazit (endoparazit) ve konak canlının vücut yüzeyine tutunarak yaşayan dış parazit (ektoparazit) olmak üzere ikiye ayrılır:

İç Parazit (Endoparazit): İç parazitler, genellikle basit yapılı canlılardır. Sindirim sistemleri gelişmediğinden üzerinde yaşadıkları konağın sindirilmiş besinlerini alarak yaşarlar. Genellikle bağırsak yüzeyine tutunmayı sağlayacak yapıları vardır. Konağa ait sindirilmiş besinleri, konağın sindirim kanalından veya vücut dokularından alırlar. İç parazitlerin sindirim, sinir, hareket ve duyu gibi sistemleri gelişmemiş olmasına rağmen üreme sistemleri çok iyi gelişmiştir. Örneğin bir yassı solucan türü olan tenya, iç parazittir (Resim 2.9).



Resim 2.9 Tenya, bir iç parazit örneğidir.

Dış Parazit (Ektoparazit): Dış parazitler genellikle hayvanların derilerine veya derileri üzerindeki tüy, kıl gibi yapılara tutunarak yaşayan canlılardır. Dış parazitlerin organ ve sistemleri, iç parazitlere oranla daha komplekstir. Dış parazitler, konağın dokularını delmeye ve parçalamaya yarayan ağız ve üyeler ile gelişmiş sindirim sistemlerine sahiptir. Genellikle hareket organları da gelişmiş olan bu canlılar, konak üzerinde aktif olarak yer değiştirebilir. Bit, pire, kene gibi eklembacaklılar başlıca dış parazit örnekleridir (Resim 2.10a, b, c).

(a) (b) (c)

Resim 2.10 (a) Bit, (b) pire ve (c) kene dış parazit örnekleridir.

Bitkisel Parazitler

Çiçekli bitkilerin küçük bir bölümü su, mineral veya organik besin ihtiyaçlarını başka bitkilerden karşılayabilir. **Parazit bitkiler** adı verilen bu bitkilerde, üzerinde yaşadığı bitkiden besin alabilmesini sağlayan emeçler gelişmiştir. Parazit bitkiler, üzerinde yaşadığı bitkiden aldığı besin çeşitlerine göre yarı parazit ve tam parazit olmak üzere ikiye ayrılır:

Yarı parazit: Yarı parazit bitkiler, kloroplastları olan ve fotosentez yapabilen yeşil renkli bitkilerdir. Üzerinde yaşadıkları bitkilerden su ve mineral alırlar. Ökse otu, yarı parazit bitkilere örnek verilebilir (Resim 2.11).

Resim 2.11 Yarı parazit bir bitki olan ökse otu

Tam parazit: Tam parazit bitkiler, yarı parazitlerden farklı olarak kloroplast bulundurmaz. Fotosentez yapamadıkları için üzerinde yaşadıkları bitkinin hem odun hem de soymuk borularına uzattıkları emeçleriyle organik besin, su ve mineral alır. Küsküt otu (Resim 2.12a) ve canavar otu (Resim 2.12b) tam parazitlere örnektir.

(a) (b)

Resim 2.12 Tam parazit bitkilerden (a) küsküt otu ve (b) canavar otu

1.3.4. AMENSALİZM

Birlikte yaşayan türlerden biri, bu birliktelikten zarar görürken diğerinin etkilenmediği simbiyotik yaşam şekline **amensalizm** denir. Örneğin; ceviz ağacının yaprak ve meyvelerinden salgılanan *juglon* adı verilen bir madde, yağmurla toprağa iner ve ceviz ağacının altında başka bitkilerin yaşamasına izin vermez. Ceviz ağacı bu durumdan etkilenmezken diğer bitkiler zarar görmüş olur (Resim 2. 13).

Resim 2.13 Ceviz ağacı ve altındaki bitkiler arasında amensalizm görülür.

OKUMA METNİ

ZOMBİ KARINCALAR

Bazen bilim, bilim kurgudan daha ilginç olabiliyor. Parazitler konakçılarının davranışlarını ve görünüşlerini ya kendilerine ya da yavrularına fayda sağlayacak şekilde sinsice değiştirebiliyor. Sonuç: İstem dışı hareket eden zombi yaratıklar. Geçmişte bilim kurgu hikâyelerine konu olan "konakçı hayvanın davranışının kontrol altına alınması" ya da "kurbanların beyinlerinin ve vücutlarının ele geçirilmesi" fikri, günümüzde hayvanların davranış ekolojisi çalışmalarında sık rastlanan bir kavram olarak karşımıza çıkıyor. Ancak bu doğal olgunun altında yatan bazı sinirsel ve genetik mekanizmalar, yeni yeni gün ışığına çıkmaya başladı. Yapılan araştırmaların sonuçları; konakçının davranış, morfoloji ve fizyoloji gibi birçok fenotipik özelliğinin değiştiğini belirtiyor. Bunun, korku filmlerini andıran ilginç örneklerinden biri de Brezilya'nın tropikal yağmur ormanlarında yaşanıyor. Kahramanlarımız bir fungus [*Ophiocordyceps unilateralis* (Ofiokordiseps unilateralis)] ve marangoz karıncalar [*Camponotus leonardi* (Komponotus leonardi)]... Bu karıncalar, yağmur ormanlarındaki ağaçların yüksek dallarında yaşıyor, yuvalarını ağaç kovuklarına yapıyorlar. Koloniler hâlinde dolaşıyor ve sürekli ağaç dallarından orman zeminine, oradan tekrar yukarılara çıkarak yaşamlarına devam ediyorlar. Bu normal yaşam döngüsü, bir gün parazit bir fungusun karıncayı enfekte etmesiyle korkunç bir şekilde değişiyor. Karıncalar, orman zemininde bulunan fungus sporlarıyla temas edince enfeksiyon başlıyor ve yaklaşık bir hafta içinde karıncanın vücudu ve başı fungus sporları tarafından işgal ediliyor. Enfekte karıncaların kasları deforme oluyor ve yırtılmalar başlıyor. Fungus enfeksiyonu, aynı zamanda karıncanın merkezî sinir sistemini de etkiliyor. İşte bu noktada karıncaların davranışları değişiyor ve karıncalar zombi gibi davranmaya başlıyorlar. Normalde koloniden ve takip edilen yoldan hiç ayrılmayan işçi marangoz karıncalar düzensiz davranışlar sergiliyor, zikzaklar çizerek nereye gittiklerini fark etmeden yürümeye başlıyorlar. Neticede koloniden ayrılıyor ve bir daha yuvalarının yolunu bulamıyorlar, bilinçsizce dolaşmaya başlıyorlar. Katil fungus, en uygun zamanı bekliyor ve öldürücü vuruşunu gerçekleştiriyor. Zombi karınca, sanki fungus tarafından senkronize edilmiş ve zorlanmış gibi davranarak yaprağın altındaki ana damarı ısırıyor ve bu vaziyette öylece ölüyor. Karıncanın başında çoğalan fungus sporları, karıncanın çene kemiğindeki kasları ve bu kasları yöneten sinirleri kontrol altına alarak karıncanın ölüm ısırığını gerçekleştirmesini sağlıyor. Ölüm ısırığını gerçekleştiren karıncanın çene kemiği kilitleniyor ve ölüm gerçekleştikten sonra bile karınca bu vaziyette yaprağın altındaki ana damarda asılı kalıyor. Birkaç gün sonra karıncanın başında fungusun yüzlerce sporunu içinde taşıyan bir üreme kesesi oluşmaya başlıyor. Görüntü gerçekten çok ilginç, yaprağa saplanmış ölü karıncanın başından uzanan bir sap ve sapın üzerinde bir kese... Fungus, sporlarını bu keselerden dışarı fırlatıyor ve yüzlerce öldürücü spor, başka karıncaları enfekte etmek üzere orman zeminine yayılıyor.

İşte bu korku dolu filmin özeti: Katil fungusun tek bir amacı var, üremek için uygun zemini bulmak. Kurban karıncanın yapması gereken ise ölüm yürüyüşünü gerçekleştirerek kendisi için seçilmiş mezara gitmek.

Özlem Kılıç Ekici
Bilim ve Teknik, Kasım 2011
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

YARARLI PARAZİTOİDLER

Parazitler, konak olarak kullandıkları canlı ile bir süre ya da yaşamları boyunca ortak bir yaşam sürer, ondan beslenirler. Konak canlıya zarar verir ama onu genellikle öldürmez. Çoğu zaman konak canlının ölümü, parazit için de ölüm olur. Parazitoidlerde ise durum farklıdır. Bir parazitoid de konak olarak kullandığı canlıdan beslenir ama gelişimini tamamlayıncaya kadar... Parazitoid, gelişimini tamamlayınca konaktan ayrılır. Konak olarak kullanılan canlı ise ölür.

Bir canlı için parazitoid olup bir diğeri içinse fayda sağlayan “yararlı parazitoidler” de mevcuttur. Bunların en güzel örnekleri de içerisinde bildiğimiz bal arılarının da bulunduğu Hymenoptera [Himenoptera (zar kanatlılar)] takımında bulunan yararlı parazitoid arıcıklardır. Bu böcekler; yaşamlarını her tür bitkiye dadanan kelebek, güve, sinek ve örümcek gibi zararlıları yok ederek sürdürürler. Kısacası bu arılar, bitkilerde bulunan zararlı böceklerin doğal düşmanıdır. Bu arıcıklar, tırtıl dönemlerini bitki zararlılarının larva, pupa ve yumurtalarında geçirirler. Yumurtalarını, konak olarak kullandıkları bitki zararlısı böcek türünün yumurtasına veya larvasına bırakırlar. Yumurtadan çıkan parazitoid larvası, tırtıl dönemini bu konak üzerinde ve onu yavaş yavaş yiyerek tamamlar. Böylece konağın ölümüne neden olur. Bu canlılar, bitki zararlılarıyla mücadelede kullanılabilecek doğal silahlar olmalarına karşın şimdiye kadar hangi bitkinin zararlılarına karşı, hangi parazitoidlerin kullanılabileceği yeterince araştırılmamıştır.

İrfan Unutmaz
Bilim ve Teknik, Mart 2010
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

1.4. SÜKSESYON

Komünitelerde sayıca ve vücut büyüklüğü bakımından en fazla göze çarpan türe **baskın tür** adı verilir ve komüniteler bu türe göre adlandırılır. Örneğin; köknar, sedir, sarıçam ormanı gibi orman komünitelerinde komüniteye adını veren türler baskın türdür.

Hiçbir canlının yaşamadığı bir ortamda, canlıların oluşması sırasında veya yangın, buzullaşma, toprak kayması, kuraklık, sel, volkanik patlamalar gibi olaylar nedeniyle komünitedeki canlıların yok olması sonrasında komünitenin tekrar oluşması sürecinde, baskın türler sırayla birbirinin yerini alabilir. Komünite içindeki bu değişime **süksesyon** adı verilir. Örneğin bir ormanda yangın sonrasında bölgede yeniden orman oluşuncaya kadar önce tek yıllık otsu bitkiler bölgeye yerleşir. Ardından iki ve çok yıllık çalılar baskın tür olarak bir süre yaşamlarını devam ettirir. Daha sonrasında yeniden çok yıllık ağaçlar gelişerek süksesyonu tamamlar. Süksesyonlar, komünitelerdeki türlerin kararlı bir hâl almasına kadar devam eder. Bir süre sonra komünite, kararlı bir hâl alır ve değişmeden devam etmeye başlar. Bu şekilde komünitenin kararlı bir hâlde devam etmesine ise **klimaks** adı verilir. Örneğin, ülkemizde Doğu Karadeniz bölgesindeki ladin ormanları klimaks şeklini almıştır (Resim 2.14).

Resim 2.14 Doğu Karadeniz bölgesindeki ladin ormanları

OKUMA METNİ

BİR ZAMANLAR ANADOLU’DA MANGROV ORMANLARI

Tarih boyunca Anadolu’da çok sayıda tür yaşadı ve yok oldu. Bu canlı gruplarından biri de günümüzde tropik deniz kıyılarında yaşayan mangrov ormanlarıydı. Mangrov ormanlarını oluşturan bitkiler; çok tuzlu, çamurlu ve sıcak ortamlarda yaşamaya uyum sağlamış türlerden oluşur. Kısa boylu çalılardan 60 metreye kadar uzayabilen ağaçlara kadar değişiklik gösteren türler, mangrov ormanlarını oluşturur. Mangrov bitkilerinin fazla tuzu süzen sistemleri, karmaşık kök yapıları (Örneğin, çamur içinde kalan kısımların havalanmasını sağlayan yapıları yukarı doğru uzar.) vardır. Mangrov ormanlarının oluşturduğu ekosistemde kuşlar, yılanlar, timsahlar, midyeler, balıklar ve çok sayıda omurgasız, kendisine yaşayıp üreyebileceği alanlar bulur. Geçmişte ülkemizde Muğla (Milas, Ören), Denizli, Burdur, Uşak, Trakya gibi yerlerde mangrov ormanlarının yaşadığı biliniyor.

Bülent Gözcelioğlu
Bilim ve Teknik, Aralık 2012
(Kısaltılmıştır.)

1. ETKİNLİK: CANLILAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Amaç: Canlılar arasındaki ilişkilerin örneklerle açıklanması

Araç Gereç: büyük karton, farklı renklerde kalın uçlu keçeli kalemler

Uygulama

1. Sınıfta dört ya da beş kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Aşağıdaki tabloyu, grubunuzdaki arkadaşlarınızla karton üzerine büyük bir şekilde çiziniz.
3. Bu bölümde edindiğiniz bilgilerden yararlanarak çizdiğiniz tabloda belirtilen canlılar arasındaki ilişkiler için ikişer tane örnek yazınız. Tablonun "açıklama" sütununda bu canlılar arasındaki ilişkiyi kısaca anlatınız.

Etkileşim Tipi	1. Canlı	2. Canlı	Açıklama
Rekabet			
Av-Avcı			
Mutualizm			
Kommensalizm			
Parazitizm (Hayvansal)			
Parazitizm (Bitkisel)			
Amensalizm			

Sonuç

Bütün gruplar tablolarını tamamladıktan sonra kartonları sırayla tahtaya asarak yazılan örnekleri tartışınız. En ilginç örneklerin yer aldığı, en güzel hazırlanan tablonun hangisi olduğuna oylama yaparak birlikte karar veriniz.

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "komünite ekolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. kommensalizm	3. liken	5. holozoik	7. amensalizm	9. ekoton
2. süksesyon	4. klimaks	6. mutualizm	8. ekolojik niş	10. parazitizm

a) Komünitelerin sınırları keskin bir şekilde birbirinden ayrılmaz. Komüniteler birbirleriyle kesişim bölgeleri oluşturur. Bu kesişim bölgelerine .... adı verilir.

b) Türün yaşadığı habitattaki canlı ve cansız kaynakları kullanabilmesi ile ilgili durumların tamamı .... olarak adlandırılır.

c) Besinlerini büyük parçalar hâlinde alan ve sindirim sistemlerinde parçalayan canlıların beslenme şekline .... beslenme adı verilir.

ç) Bir arada yaşayan canlılardan biri, bu beraberlikten fayda sağlarken diğerinin yarar veya zarar görmediği simbiyotik yaşam şekline .... denir.

d) Heterotrof olan mantar ve ototrof olan algin oluşturduğu mutualist yaşam birliğine .... adı verilir.

e) Bir ortamda yeni bir komünitenin oluşması sırasında, türlerin sırayla birbirinin yerini aldığı değişim sürecine .... adı verilir.

f) Birlikte yaşayan türlerden biri, bu birliktelikten zarar görürken diğerinin bu birliktelikten etkilenmediği simbiyotik yaşam şekline .... denir.

g) Birlikte yaşayan türlerin, birbirlerine karşılıklı olarak fayda sağladığı simbiyoz yaşam şekline .... adı verilir.

2. İç parazit ve dış parazit kavramlarını açıklayınız.

....

....

3. Aşağıdaki tabloda verilen canlılar arasındaki ilişki türlerinde, birinci ve ikinci canlının bu birliktelikten nasıl etkilendiğini "+" (yarar görür), "–" (zarar görür) veya "0" (etkilenmez) kullanarak belirtiniz.

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet		
Av-Avcı		
Mutualizm		
Kommensalizm		
Parazitizm		
Amensalizm		

2. BÖLÜM

POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Fotoğrafta gördüğünüz kral penguenleri, diğer penguenler gibi Antarktika'daki adalarda ve Avustralya'nın Macquarie (Mekuari) Adası'nda yaşamlarını devam ettirmektedirler. Yaklaşık 3 milyon bireyden oluşan bu topluluk, üreme zamanlarında resimde görüldüğü gibi bir araya gelerek koloniler oluştururlar. Hava sıcaklığının –40 °C olduğu bir iklimde yaşayan, vücut sıcaklıkları ise 40 °C olan bu sıcakkanlı canlılarda kuluçka dönemi ve yavru bakımı kusursuz bir şekilde işlemelidir. Ufak bir hata, yumurtanın buza temas etmesine ve donmasına neden olacağından dişi ve erkek penguen için o üreme sezonu hüsran ile sonuçlanabilir.

Bu bölümde penguen örneğinde olduğu gibi popülasyonların yapısı, popülasyonları etkileyen faktörler ve taşıma kapasitesi anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Popülasyon dinamiği
2. Taşıma kapasitesi
3. Yaş piramidi

2. POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Bölüm kapak sayfasında yer alan fotoğrafta örneği görüldüğü gibi belirli bir zamanda, sınırlı bir alanda, aynı türe ait canlıların oluşturduğu topluluğa **popülasyon** adı verilir. Aynı ekolojik nişe sahip olan bu canlılar, aynı çevresel faktörlerden benzer şekilde etkilenir, birbirlerini etkiler ve birbirleriyle çiftleşip çoğalır.

Her bir popülasyonun kendisine ait bir birey sayısı, yoğunluğu, büyüklüğü, taşıma kapasitesi, dağılımı ve bireylerinin yaş dağılımı vardır. Bu özelliklerin tamamına **popülasyonun dinamikleri** adı verilir. Popülasyon dinamiklerinin zaman içerisindeki değişimlerinin incelenmesine ve bu değişimlerin nedenleri üzerinde çalışılmasına ise **demografi** denir.

2.1. POPÜLASYONUN DİNAMİKLERİ

2.1.1. POPÜLASYONUN YOĞUNLUĞU

Birim alana veya birim hacme düşen birey sayısı, popülasyonun yoğunluğunu verir. Karada yaşayan canlıların yoğunluğunun belirlenmesinde alan dikkate alınırken suda yaşayan canlıların yoğunluğunda suyun hacmi dikkate alınır. Örneğin; 1 m^2 alandaki saka kuşları veya 10 m^3 sudaki sazan balıkları gibi değerler, popülasyonun yoğunluğunu verir. Popülasyon yoğunluğu, birey sayısındaki artış veya alanın daralması ile artarken birey sayısındaki azalış veya alan artışı, popülasyonun yoğunluğunu azaltır. Örneğin; şehirleşme faaliyetleri, ormanlık alanları yok edeceğinden ormanda yaşayan hayvanların yaşam alanları azalır ve bir süre sonra artan yoğunluğa bağlı olarak rekabet, besin yetersizliği gibi problemler ortaya çıkar (Resim 2.15).

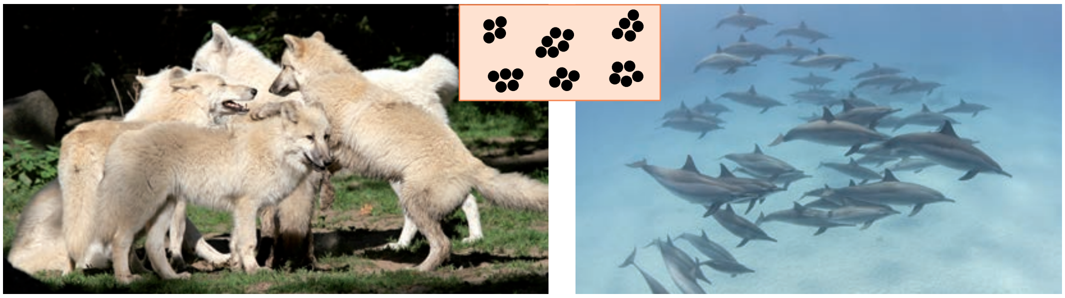
Resim 2.15 Şehirleşme faaliyetleri, hayvan popülasyonlarının yaşam alanlarının daralmasına ve yoğunluklarının artmasına neden olmaktadır.

2.1.2. POPÜLASYONUN DAĞILIMI

Popülasyonun dağılımı, popülasyona ait bireylerin popülasyonun kapladığı alan içindeki yerleşimlerini ifade eder. Dağılım, popülasyon bireyleri arasındaki etkileşimi doğrudan etkileyen bir faktördür. Genel olarak popülasyonlarda *kümeli dağılım, düzenli dağılım* ve *rastgele dağılım* olmak üzere üç çeşit dağılım görülür:

Kümeli Dağılım

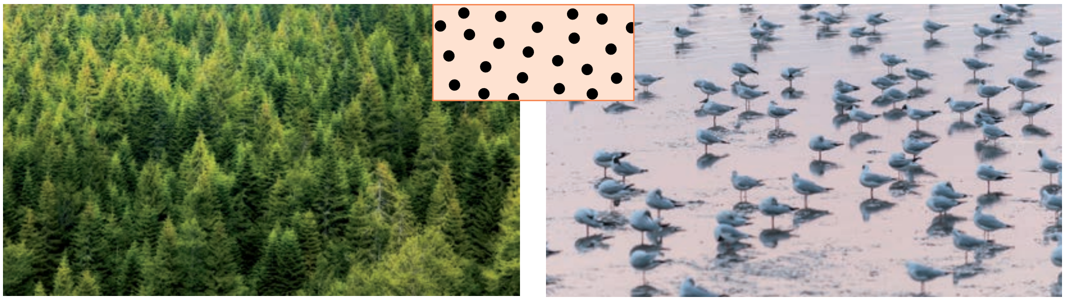
En çok görülen dağılım şeklidir. Bireyler popülasyon içinde grup, sürü oluşturarak bir arada bulunur. Bitkiler; topraktaki minerallerin yoğun olarak bulunduğu, bitkinin yaşaması için çevresel faktörlerin uygun olduğu bölgelerde kümelenerek bulunabilir. Kurt, aslan gibi bazı hayvanlar sürüler oluşturarak gezer. Bazı hayvan gruplarında ise normalde görülmeyen kümelenme şeklindeki dağılım; üremek, avlanmak veya avcılarından korunmak amacıyla zaman zaman ortaya çıkabilir (Resim 2.16).


(a) (b)

Resim 2.16 Kümeli dağılım örneği olan (a) kurt ve (b) yunus sürüleri

Düzenli Dağılım

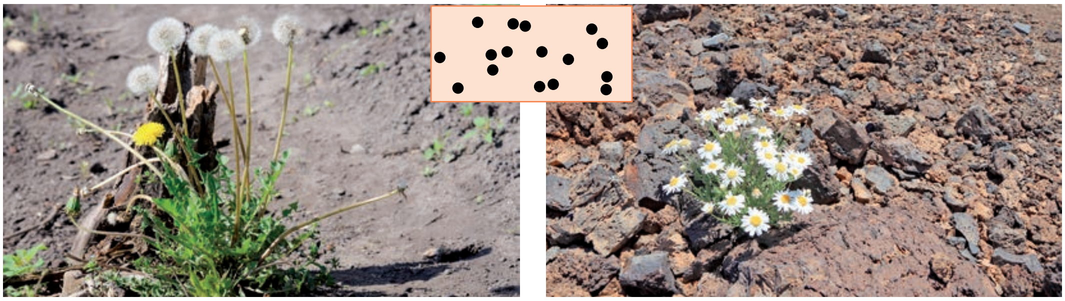
Düzenli dağılım gösteren popülasyonlarda, bireylerin aralarındaki mesafe yaklaşık aynıdır ve bireyler arasında sıkı bir etkileşim vardır. Bitkiler, kaynaklardan ve güneşten eşit oranda faydalanabildikleri düzenli dağılım şeklini gösterebilir. Hayvanlarda da alan savunması davranışları sonucunda düzenli dağılım görülebilir (Resim 2.17).


(a) (b)

Resim 2.17 Düzenli dağılım gösteren (a) çam ormanı ve (b) kum martısı türleri

Rastgele Dağılım

Popülasyonlarda en az görülen dağılım şeklidir. Bireyler arasında etkileşimin en az olduğu canlılarda görülür. Örneğin; tohumları rüzgârla taşınan karahindiba, papatya gibi kır çiçekleri bahar aylarında rastgele dağılım gösterir (Resim 2.18).


(a) (b)

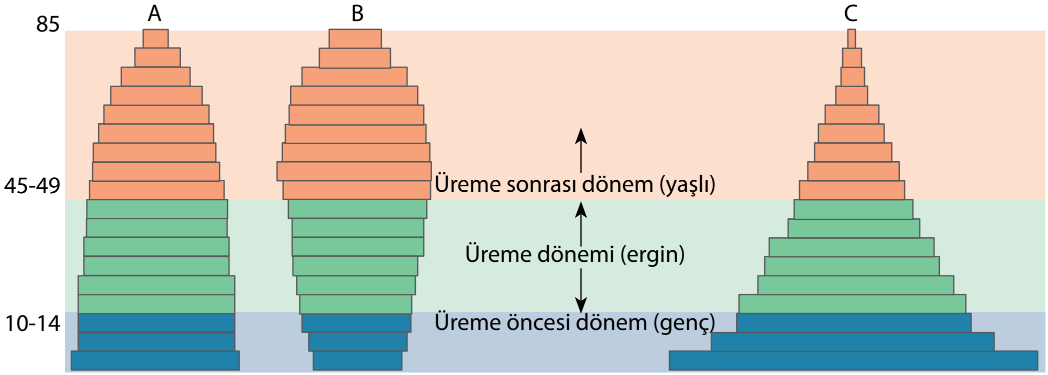
Resim 2.18 Rastgele dağılım gösteren (a) karahindiba ve (b) papatya bitkisi

2.1.3. POPÜLASYONLARIN YAŞ DAĞILIMLARI

Popülasyonların bireyleri; yaş durumları bakımından üreme öncesi dönemi (genç), üreme dönemi (ergin) ve üreme sonrası dönemi (yaşlı) bireyleri olmak üzere üç grupta incelenir. İnsanlar için 0-15 yaş üreme öncesi, 15-50 yaş üreme dönemi, 50 ve üzeri yaşlar ise üreme sonrası dönem olarak belirlenirken farklı bir canlıda bu dönemlerin süreleri değişiklik gösterebilir. Örneğin; ortalama yaşam süresi 15 yıl olan bir kuş türü için 0-1 yaş üreme öncesi, 1-12 yaş üreme dönemi, 12 yaş ve üzeri üreme sonrası olarak belirlenir.

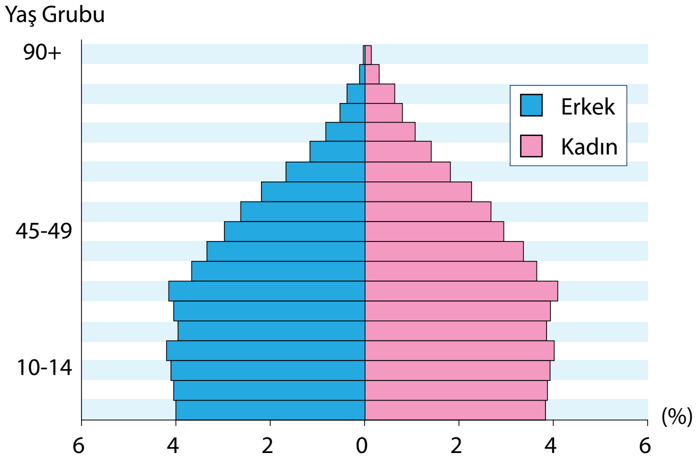
Popülasyonların yaş dağılımları, o popülasyonun geçmişi ve geleceği hakkında fikir verebilir. Örneğin; genç nüfusu fazla olan bir popülasyonun büyümekte olduğu, yaşlı nüfusun fazla olduğu bir popülasyonun ise küçülmekte olduğu konusunda yorum yapılabilir. Grafik 2.4'te büyümekte olan, küçülen ve dengedeki popülasyonlara ait yaş grafikleri verilmiştir. Büyümekte olan popülasyonlarda genç bireylerin sayısının daha fazla olması nedeniyle geniş tabanlı yaş piramidi görülürken küçülmekte olan popülasyonlarda yaşlı birey sayısı daha fazla olduğundan dar tabanlı yaş piramidi görülür. Dengedeki popülasyonlarda ise her yaş grubunun oranının birbirine yakın olması beklenir.

Grafik 2.4 Farklı İnsan Popülasyonlarının Yaş Piramitleri: A) Dengedeki Popülasyon, B) Küçülmekte Olan Popülasyon, C) Büyümekte Olan Popülasyon



Türkiye İstatistik Kurumunun 2013 yılı verilerine göre hazırlanmış yaş piramidi incelenecek olursa Türkiye'nin genç nüfusunun fazla olduğu ve nüfusun giderek artacağı yorumu yapılabilir (Grafik 2.5).

Grafik 2.5 Türkiye'nin Yaş Piramidi



2.1.4. POPÜLASYONUN BÜYÜKLÜĞÜ

Popülasyonun dinamiğini oluşturan bir diğer özellik ise popülasyonun büyüklüğüdür. Büyüklük, çok değişken bir veri olduğundan popülasyon bireyleri takip edilir ve elde edilen veriler kullanılarak hayat tabloları oluşturulur. Herhangi bir zaman aralığında popülasyondaki birey sayısı, doğumlarla ve içe göçlerle artarken ölümlerle ve dışa göçlerle azalır. Bu durum, şöyle bir matematiksel denklemle ifade edilebilir:

$$\begin{matrix}\text{Popülasyon büyüklüğündeki}\\ \text{değişiklik}\end{matrix} = \left\{\begin{matrix}\text{Doğum sayısı}\\ +\\ \text{İç göç}\end{matrix}\right\} - \left\{\begin{matrix}\text{Ölüm sayısı}\\ +\\ \text{Dış göç}\end{matrix}\right\}$$

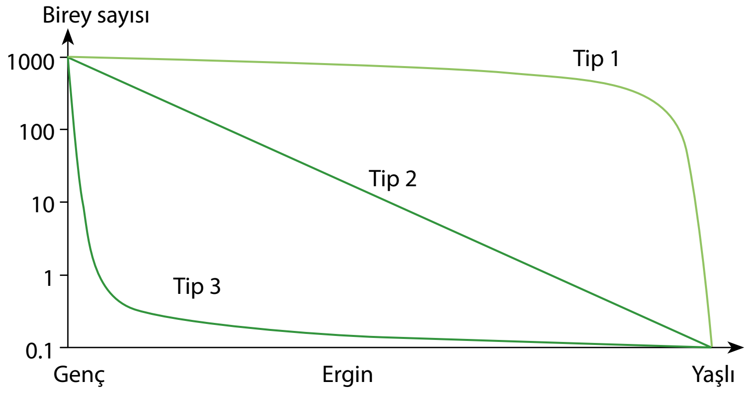
Popülasyonların **hayat tabloları**, bireylerin yaşa bağlı hayatta kalma durumlarını gösteren özel bir çizelgedir. Hayat tabloları oluşturulurken bir grup birey, doğumdan ölümlerine kadar takip edilir ve oluşan veriler ile hayatta kalma eğrileri çizilir. Temelde üç tip hayatta kalma eğrisi vardır (Grafik 2.6):

Tip 1 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlardaki bireylerin, genç ve ergin dönemlerde hayatta kalma oranı yüksektir. İnsan ve memelilerin büyük bir kısmının da dâhil olduğu bu canlılarda ebeveyn bakımı ve düşük üretkenlik karakteristiktir.

Tip 2 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlardaki bireylerin hayatta kalma oranı, her yaş için yaklaşık olarak aynıdır. Başka bir ifadeyle yaştan bağımsız, sabit bir ölüm oranı vardır. Çoğu ötücü kuş türünde, bu tip hayatta kalma eğrisi görülür.

Tip 3 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlarda ise bireylerin gençlik döneminde, hayatta kalma oranı oldukça düşüktür. Çoğu böcek türü ve tek yıllık bitkiler, bu tip hayatta kalma eğrisi gösterir. Bu tür hayatta kalma eğrisine sahip canlılarda, her batında çok sayıda yavru verme eğilimi görülür fakat genellikle ebeveyn bakımı yoktur.

Grafik 2.6 Popülasyonlarda Görülen Farklı Tip Hayatta Kalma Eğrileri



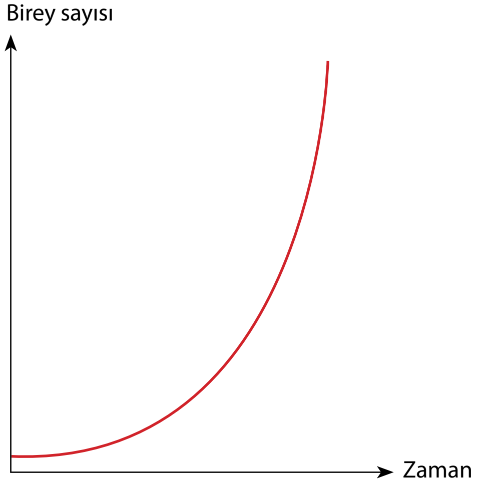
Bunu biliyor musunuz?

1987'den bu yana her yıl 11 Temmuz günü Dünya Nüfus Günü olarak kutlanıyor. Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu, bugünü bir kutlamadan çok, nüfus artışından kaynaklanan sorunların gündeme gelmesi, tartışılması ve çalışmaların hızlandırılması için bir fırsat olarak değerlendiriyor.

Bilim ve Teknik, Temmuz 2007

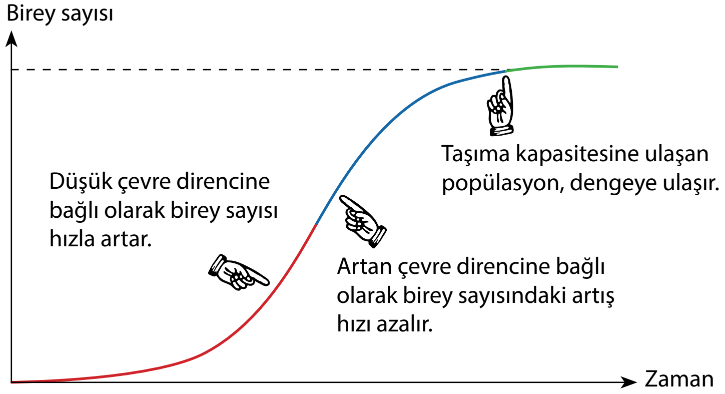
Popülasyona ait bireyler, yaşamaya devam ettikleri sürece çeşitli sınırlayıcılar ile karşı karşıya kalırlar. Eğer ortam canlı için mükemmel olsaydı ve canlı, yaşamak ve üremek için hiçbir zorlukla karşılaşmasaydı bireylerin sayısı sürekli olarak artardı. Örneğin; bir bakteri, laboratuvar ortamında uygun koşullar altında 20 dakikada bir ikiye bölünür. Eğer bu şekilde çoğalmaya devam etseydi 40 dakika sonra dört olan bakteri sayısı, sadece 36 saat sonra tüm dünya yüzeyini örtecek sayıya ulaşırdı. Doğal koşullarda bu şekilde sınırsız büyüme imkânsızdır. Besin sıkıntısı, avcı hayvanlar, alan daralması, hastalıklar, patojenler, doğal afetler, iklim şartları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak popülasyonların büyümesi sınırlanır. Popülasyondaki bireylerin üreme ve yaşama şansını sınırlayan çevresel faktörlerin tamamına **çevre direnci** adı verilir. Eğer çevre direncinin olmadığı bir ortam hazırlansaydı ve popülasyonlar buraya bırakılsaydı bakteri örneğinde olduğu gibi popülasyonlarda geometrik (2, 4, 8, 16, 32...) bir artış gözlenirdi. **Üstel büyüme** olarak adlandırılan bu büyüme, grafik üzerinde "J" şeklinde bir gelişme eğrisi oluşturur (Grafik 2.7).

Grafik 2.7 Popülasyonlarda J Tipi Büyüme Eğrisi



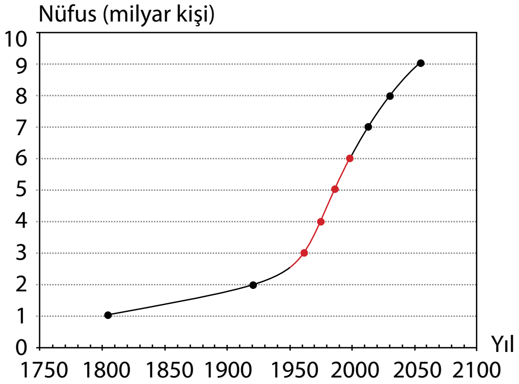
Normal koşullarda pek fazla rastlanmayan J tipi gelişme eğrisi, yeni oluşan popülasyonlarda veya boş bir habitata girmiş ya da doğal felaketler sonucu sayıları çok azalmış popülasyonlarda görülebilir. Bu şekilde büyüme gösteren popülasyonlarda artan birey sayısına bağlı olarak çevre direnci de artacağından birey sayısındaki artış, bir süre sonra azalacak ve popülasyonun büyüme eğrisi bir süre sonra düzleşecektir. Bir habitatın bozulma olmaksızın ihtiyaçlarını karşılayabildiği maksimum birey sayısına **taşıma kapasitesi** denir. Örneğin; ortamdaki besin miktarının azalmaya başlaması, çevredeki avcı sayıları tarafından bulunma olasılığının artması, yaşam alanının azalması gibi çevre dirençleri popülasyonun taşıma kapasitesine ulaşmasına neden olur. Doğal ortamlarda bulunan popülasyonlarda popülasyonun birey sayısı taşıma kapasitesine yaklaştıkça büyüme yavaşlar, doğum ve ölüm oranı birbirine yaklaşır ve popülasyon denge hâline ulaşır. Bu şekildeki büyümeye **lojistik büyüme** denir. Bu şekilde büyüyen popülasyonlarda "S" şeklinde bir büyüme eğrisi görülür (Grafik 2.8).

Grafik 2.8 Popülasyonlarda S Tipi Büyüme Eğrisi



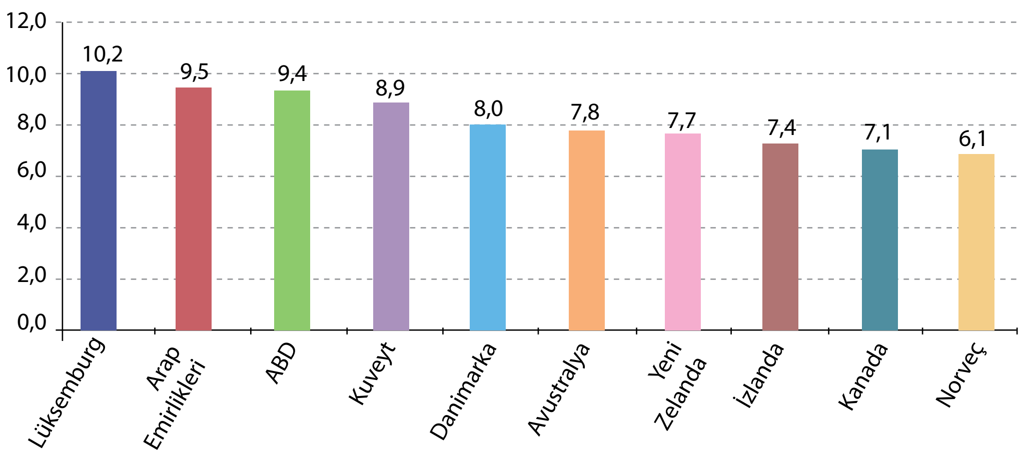
2.2.İNSAN POPÜLASYONUNUN ARTIŞI VE DÜNYANIN TAŞIMA KAPASİTESİ

Grafik 2.9 Yıllara Göre Dünyanın Nüfus Artışı



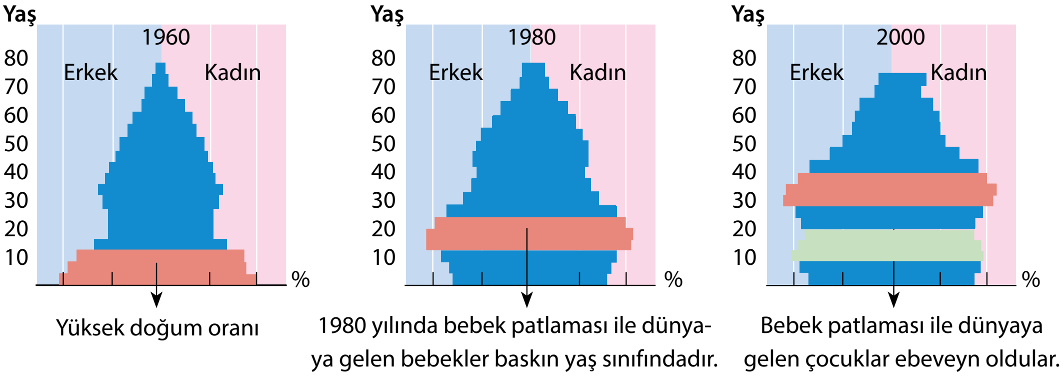
İnsanlar da dünya üzerinde diğer canlılar gibi popülasyon oluştururlar. İnsan popülasyonu, 20. yüzyıldan itibaren çok hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak kaynaklar aşırı tüketilmeye başlanmış, çevre sorunları ortaya çıkmış, diğer türler tehlike altına girmiş ve bazı canlıların nesilleri tükenmeye başlamıştır. Grafik 2.9'da da görüldüğü gibi 1950'li yıllarda başlayan insan popülasyonundaki üstel büyüme bu şekilde devam edecek olursa yapılan tahminlere göre 2025 yılında dünya nüfusu 8 milyarı geçecektir. Günümüzde dünya nüfusunun 7 milyar civarında olduğu bilinmektedir ve her yıl dünya nüfusunda Türkiye'nin nüfusu kadar yani yaklaşık 80 milyon artış olmaktadır. Bitki ve hayvanların evcilleştirilmesi, değişen tarım ve hayvancılık teknolojileri, tıbbi alandaki gelişmeler sonucunda hastalıkların etkilerinin azaltılması ve yaşam süresinin uzaması, insan popülasyonunda diğer canlılarda görülemeyecek bir artışa neden olmuştur. 19. yüzyılın sonlarında 1 milyar olan insan popülasyonu, sadece 125 yıl sonra 7 milyara çıkmıştır. Kaynaklar hızla azalırken insan popülasyonunun bu hızla artması sonucu, yeryüzünün taşıma kapasitesine ulaşacağı düşünülmektedir. Peki, yeryüzünün insan için taşıma kapasitesi nedir? Bu sorunun cevabı yıllardır bilim insanları tarafından tartışılmaktadır. Yapılan araştırmalarda besin miktarı, yaşam alanları, salgın hastalıklar önemli çevre dirençleri olarak kabul edilmekte ve yapılan tahminlerin ortalaması 10-15 milyar civarında olmaktadır. Taşıma kapasitesinin tahmininde besin, yakıt, kereste, giyinme, ulaşım, haberleşme gibi gereksinimlerin çeşitleri ve miktarları kullanılmaktadır. Taşıma kapasitesini belirleyen bu ihtiyaçların tamamı, **"ekolojik ayak izi"** kavramı şeklinde özetlenmiştir. Ekolojik ayak izi; bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyalan biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır ve "küresel hektar (kha)" ile ifade edilir. Her ülke için ekolojik ayak izi hesaplanabilir. Grafik 2.10'da, 2009 yılında yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre bazı ülkelerin ekolojik ayak izleri görülmektedir. Türkiye'nin ekolojik ayak izi ise dünya ortalamasına yakın olup kişi başına 2,7 kha'dır.

Grafik 2.10 Ekolojik Ayak İzi Sıralamasında İlk On Ülke



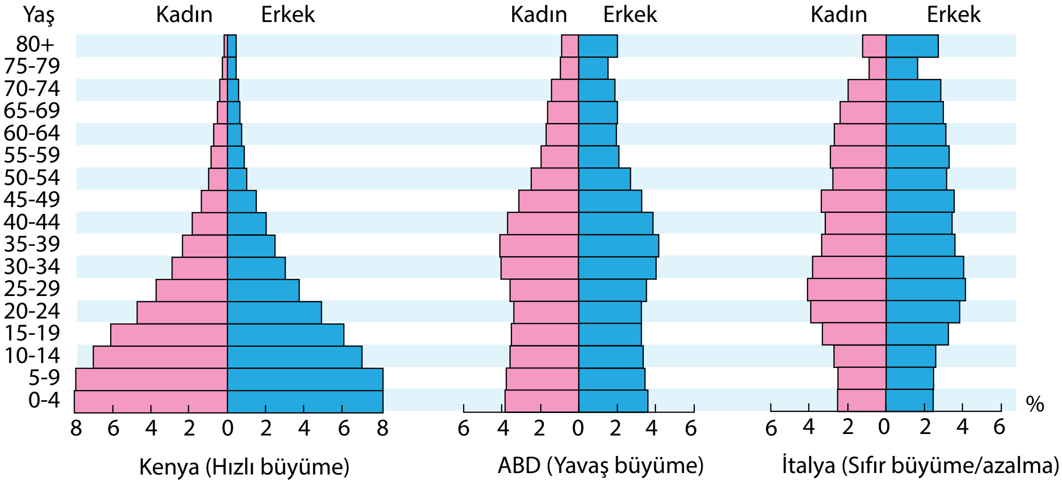
İnsan popülasyonundaki artış ve gelecekte görülecek artış oranları, yaş piramitleri ile de yorumlanabilir. Örneğin; Grafik 2.11'de ABD'nin 1960, 1980 ve 2000 yıllarına ait yaş piramitleri gösterilmiştir. 1960 yılına ait grafikte, 0-15 yaş bireylerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu durum, 1945 ile 1960 yılları arasında ülkede yeni doğan çocuk sayısında büyük bir artış olduğuna işaret etmektedir. Bu yıllar arasında aile başına düşen ortalama çocuk sayısı 2,5'ten 3,8'e yükselmiştir. Doğum oranları 1960'lı yılların sonlarına doğru azalsa bile bebek artışı ile dünyaya gelen nesiller, 1980'li yıllarda anne baba oldukları için doğumlarda tekrar artış gözlenmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi ülkelerin yaş dağılımları, popülasyonların büyümelerinde önemli faktörlerden biridir.

Grafik 2.11 ABD'nin 1960, 1980 ve 2000 Yıllarına Ait Yaş Piramitleri



Popülasyonlarda yaş dağılımına bağlı olarak hızlı ya da yavaş büyüme olabilir, hiç büyüme olmayabilir veya küçülme olabilir. Örneğin, Grafik 2.12'de görüldüğü gibi İtalya'da yaş dağılımı dengede olduğundan popülasyonda büyüme veya küçülme olmamakta ve kararlı bir nüfus yapısı korunmaktadır. Kenya 'da ise sayıca çok fazla olan genç bireyler üreme çağına geldiklerinde patlama şeklinde bir popülasyon büyümesine neden olacaklardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ise nispeten daha yavaş bir büyüme gözlemlenmektedir. Bu yaş dağılımı grafikleri, sadece popülasyonun yoğunluğu hakkında değil gelecekteki sosyal koşullar hakkında da fikir yürütmeyi sağlar. Örneğin, Kenya'da yakın gelecekte çalışma yaşına gelen bireylerin sayısı fazla olacağından işsizlik, gitgide artan bir sorun hâlini alabilir. Ülkelerin yaş dağılımlarının belirlenmesi, bu şekilde yapılacak yorum ve çalışmalarla geleceği planlamada yardımcı olacaktır.

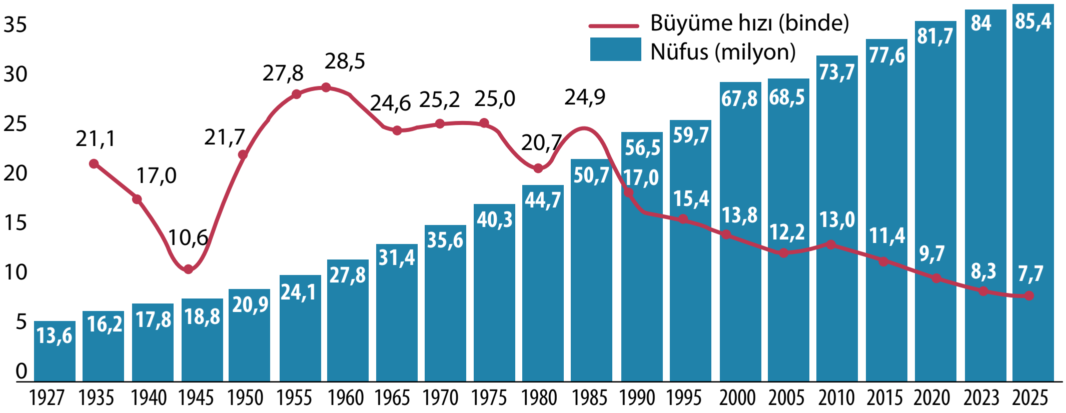
Grafik 2.12 Kenya, ABD ve İtalya'ya Ait Yaş Piramitleri



2.3. TÜRKİYE'DE NÜFUS ARTIŞI VE TARIM ALANLARI

Hızlı nüfus artışı, göç ve çarpık kentleşme diğer bazı ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir sorun olmuştur. Nüfusun büyüklüğü, artış hızı, yaş dağılımı, doğum ve ölüm oranları gibi demografik bilgiler değerlendirildiğinde Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren ülke nüfusu -artış hızı değişmekle birlikte- sürekli artmaktadır ve Türkiye İstatistik Kurumu tahminlerine göre artmaya da devam edecektir (Grafik 2.13).

Grafik 2.13 Türkiye Nüfusunun Büyüme Hızı



Tablo 2.2. Türkiye'de Tarım Alanlarının Kapladığı Alanın Yıllara Göre Değişimi

Yıllar	Tarım Alanları (hektar)
1990	27.856
2000	26.379
2002	26.579
2006	25.876
2010	24.394
2011	23.614
2012	23.795
2013	23.811

Türkiye'de 1927 yılında yapılan ilk nüfus sayımında nüfus, 13,6 milyon olarak tespit edilmiştir. Savaş koşullarının sona ermesini izleyen yıllarda hızlı nüfus artışı görülmüş ve 1950'li yılların ortalarında Cumhuriyet tarihinin en yüksek artış oranı olan binde 28,5'e ulaşmıştır. Sonraki yıllarda büyüme hızının bu kadar yüksek olmamasına ve son yıllarda iyice düşmesine rağmen hâlâ büyüyen bir nüfus söz konusudur. Artan bu nüfus sayısına bağlı olarak ortaya çıkan ihtiyaçların da giderilebilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçların başında da besin gereksinimi gelmektedir. Tarım arazileri, besin gereksinimlerini karşılayan önemli faktörlerdendir. Cumhuriyet tarihi boyunca artan nüfusa bağlı olarak artması beklenen ekili tarım arazilerinin miktarı ise beklenenin aksine yıllar içinde azalmaya başlamıştır. Tablo 2.2'de görüldüğü gibi sadece 1990 yılından 2013 yılına kadar geçen sürede bile toplam tarım alanlarında ciddi bir azalma olmuştur.

Tarımsal üretimde nüfus artışı ile ters orantılı olarak gerçekleşen azalma, zaman içinde ne gibi sorunlara yol açabilir? Artan nüfusa bağlı olarak ihtiyaçlar karşılanamadığından yurt dışından daha fazla gıda ithalatına gidilmesi gerekebilir. Üretimin artması için ilaç, gübre gibi yapay yollara daha fazla ihtiyaç duyulabileceğinden ürün kalitesi azalabilir, birinci ünitede anlatıldığı gibi etkileri tam olarak bilinmeyen GDO'lu tarım ürünleri daha fazla tüketilmek zorunda kalınabilir.

Araştırınız

İnternet'te bulunan farklı web sayfalarındaki programlardan yararlanarak ekolojik ayak izinizi öğreniniz. Kendi sonucunuzu, arkadaşlarınızın ekolojik ayak iziyle karşılaştırarak yorumlayınız.

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, “popülasyon ekolojisi” ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. demografi	4. gen frekansı	7. dış göç
2. doğum	5. popülasyon	8. ölüm
3. ekolojik ayak izi	6. iç göç	9. taşıma kapasitesi

a) Aynı türe ait canlıların belirli bir zamanda, sınırlı bir alanda oluşturduğu topluluğa .... adı verilir.

b) Bir habitatın bozulma olmaksızın ihtiyaçlarını karşılayabildiği maksimum birey sayısına .... denir.

c) Tüketilen kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyulan, biyolojik olarak verimli toprak ve su alanı miktarına .... denir.

ç) Popülasyonların büyümesi .... ve .... ile küçülmesi ise .... ve .... olaylarındaki artışlarla meydana gelir.

2. Üstel ve lojistik büyüme kavramlarını kısaca açıklayıp bu kavramların grafiklerini çiziniz.

Üstel büyüme: ....

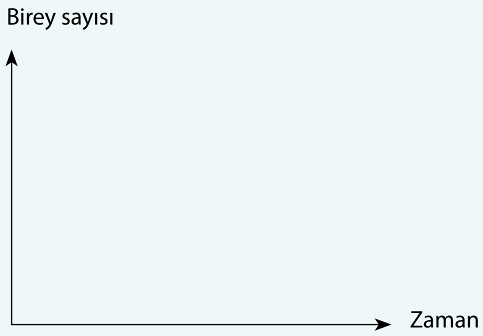
....

....

Lojistik büyüme: ....

....

....



Üstel büyüme grafiği

Lojistik büyüme grafiği

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için "doğru" veya "yanlış" seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Mutualizm birlikteliğinde iki canlı arasında karşılıklı fayda sağlanır.	○	○
2. Komünite içerisinde farklı türden canlılar bulunur.	○	○
3. Kutuplarda tür çeşitliliği fazladır.	○	○
4. Komünitelerin kesişim bölgelerine ekoton denir.	○	○
5. Rekabet, sadece farklı türde canlılar arasında görülebilir.	○	○
6. Bir canlının ekosistemdeki görevine ekolojik niş adı verilir.	○	○
7. Saprofit beslenen canlılar, ökaryot veya prokaryot hücre yapısına sahip olabilirler.	○	○
8. İç parazitlerin sindirim sistemleri gelişmemiştir.	○	○
9. Dış parazit canlılar konak değiştiremezler.	○	○
10. Ökse otu, tam parazit bitki örneğidir.	○	○
11. Dünya üzerinde sadece belirli yerlerde bulunan türlere endemik tür adı verilir.	○	○
12. Popülasyon dinamiklerinin zaman içerisindeki değişimlerinin incelenmesine ve bu değişimlerin nedenleri üzerinde çalışılmasına demografi denir.	○	○
13. Bir ülkenin ekolojik ayak izinin büyümesi, çevreye daha az zarar verildiğini gösterir.	○	○

B. Aşağıdaki tabloda, "komünite ve popülasyon ekolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. simbiyoz yaşam	3. saprofit	5. çevre direnci	7. popülasyon dinamikleri	9. taşıma kapasitesi
2. parazit	4. komünite	6. konak	8. klimaks	10. demografi

1. Süksesyonlar sonunda kararlı bir hâl alan komünitenin değişmeden devam etmesine .... adı verilir.

2. Popülasyonların kendilerine ait bir birey sayısı, yoğunluğu, büyüklüğü, taşıma kapasitesi, dağılımı ve bireylerinin yaş dağılımı gibi özelliklerinin tamamına .... adı verilir.

3. Sınırlı bir çevre içinde bulunan ve farklı türde canlıların oluşturdukları canlı topluluklarına .... adı verilir.

4. Aynı komünitede yaşayan farklı iki tür canlının bir arada yaşama şekline .... adı verilir.

5. Popülasyondaki bireylerin üreme ve yaşama şansını sınırlayan çevresel faktörlerin tamamına .... adı verilir.

6. Başka bir canlının üzerinde yaşayarak o canlıya zarar verene .... denirken zarar gören canlıya .... adı verilir.

C. Aşağıdaki tabloda verilen kavramlarla örnek canlıları eşleştiriniz (Bir kavramı birden fazla canlı ile eşleştirebilirsiniz.).

Kavramlar	Canlılar
① Dış parazit	a) Canavar otu
② Popülasyon	b) Planarya
③ Tam parazit	c) Pire
④ Yarı parazit	ç) Ökse otu
⑤ İç parazit	d) Küsküt otu
	e) Bit
	f) Van Gölü'ndeki inci kefalleri

Ç. 1. Zorunlu ve isteğe bağlı mutualizm kavramlarını açıklayarak bu kavramlara örnek veriniz.

....

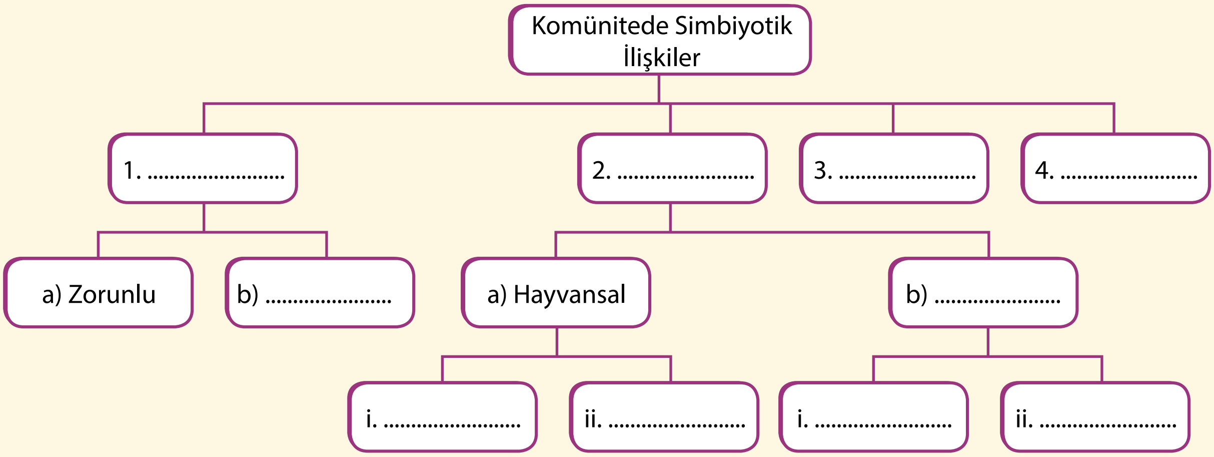
....

2. Popülasyonlarda görülen dağılım türlerini açıklayınız.

....

....

D. Aşağıda, komünitelerde görülen simbiyotik ilişkileri gösteren diyagramı tamamlayınız.


Komünitede Simbiyotik İlişkiler
1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
a) Zorunlu
b) ....
a) Hayvansal
b) ....
i. ....
ii. ....
i. ....
ii. ....

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. Aşağıdakilerden hangisi, popülasyonun yoğunluğunu azaltan faktörlerden değildir?

A) Salgın hastalıklar

B) Doğal afetler

C) Dışa göçlerin artması

D) Besin kıtlığı

E) Doğum oranının artması

2. Bir popülasyonda yaşayabilecek en fazla birey sayısına "taşıma kapasitesi" denir. **Taşıma kapasitesine yaklaşmış bir popülasyon için;**

I Rekabet artar.

II. Doğum oranı artar.

III. Dışa göçler artar.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

3. Yarı parazit bitkiler ile ilgili olarak;

I. Kloroplast taşırlar.

II. Üzerinde yaşadığı bitkiden sadece inorganik besin alırlar.

III. Tohumla ürerler.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

4. Hayvansal parazitler ile ilgili olarak;

I. Sindirim sistemleri gelişmiştir.

II. Duyu organları gelişmiştir.

III. Konak canlıya zarar verirler.

IV. Hızlı üreme yeteneğine sahiptirler.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri ortaktır?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV

D) III ve IV E) II, III, IV

5. İnsan vücudunda yaşayabilen;

I. Kalın bağırsakta yaşayan, B ve K vitamini sentezleyen bakteriler

II. İnce bağırsakta yaşayan ve sindirilmiş besinleri kullanarak yaşayan tenya

III. Saç köklerinde yaşayan bit

canlılarından hangisi ya da hangileri insan ile mutualist olarak yaşar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

6. Bitki türleri arasında;

I. Işık

II. Mineral

III. CO_2

gibi faktörlerden hangisi ya da hangileri için rekabet görülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

7. Arka arkaya gerçekleşen süksesyonlar sonucunda ortaya çıkan kararlı, dengeli ve uzun süreli yaşayan bitki toplulukları aşağıdakilerden hangisi ile adlandırılır?

A) Komünite B) Klimaks C) Baskın tür

D) Popülasyon E) Biyom

8. Komünitelerle ile ilgili olarak;

I. Farklı türler bulundurur.

II. Barındırdığı canlılar arasında rekabet görülebilir.

III. Farklı beslenme şekillerine sahip türleri barındırabilir.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

9. Aynı türe ait farklı popülasyonlarla ilgili olarak;

I. Birey sayıları

II. Yaş dağılımları

III. Bölgedeki dağılımları

özelliklerinden hangileri aynı olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

10. Aşağıdaki ekolojik terimlerden hangisi "tüketilen kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyulan, biyolojik olarak verimli toprak ve su alanları" olarak tanımlanır?

A) Ekolojik ayak izi

B) Süksesyon

C) Karbon ayak izi

D) Baskın tür

E) Popülasyon

11. Komünitelerin kesişim noktaları olan ekoton bölgeleri ile ilgili olarak;

I. Tür çeşitliliği fazladır.

II. Canlıların tolerans aralıkları fazladır.

III. Birey sayısı fazladır.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

12. Popülasyonu oluşturan canlılarla ilgili olarak;

I. Çiftleştiklerinde verimli döl verebilirler.

II. Beslenme şekilleri aynıdır.

III. Kromozom sayıları aynıdır.

IV. Protein yapıları aynıdır.

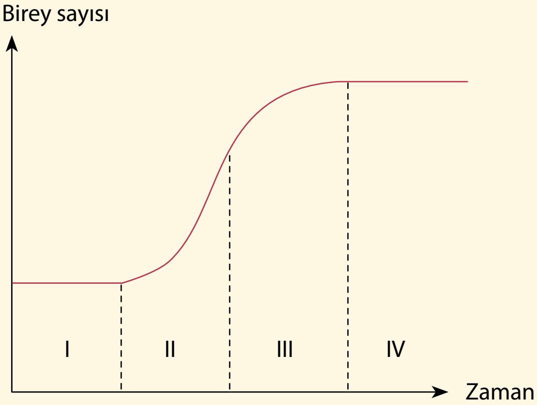
özelliklerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV D) I, II ve III E) II, III, IV

13. Aşağıdakilerden hangisi tür çeşitliliğini etkileyen cansız faktörlerden değildir?

A) Işık B) Nem C) Sıcaklık D) Yağış E) Rekabet

14.



Yukarıda, bir popülasyonun zamana bağlı birey sayısındaki değişim gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) I. zaman aralığında artış görülmez.

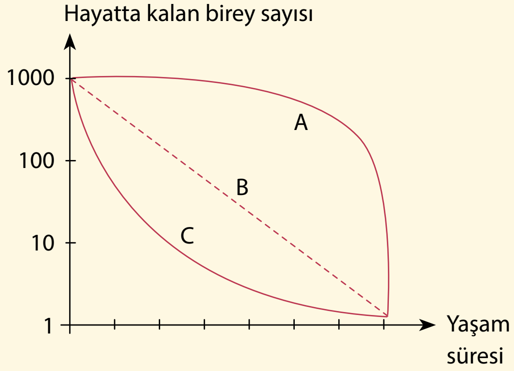
B) II. zaman aralığında çevre direnci artar.

C) III. zaman aralığında büyüme hızı yavaşlar.

D) III. zamandaki çevre direnci II. zamandakinden fazladır.

E) IV. zaman aralığındaki doğum oranı, ölüm oranından fazladır.

15.



Yukarıdaki grafikte A, B ve C türlerine ait yaşam süresi grafikleri verilmiştir.

Buna göre;

I. A popülasyonunda yavru bakımı görülür.
II. C popülasyonunda oluşturulan yavru sayısı fazladır.
III. B popülasyonuna kuş popülasyonları örnek olarak verilebilir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

16. Sucul komünitelerde tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktör aşağıdakilerden hangisidir?

A) Suyun derinliği
B) Suyun pH'ı
C) Suyun tuzluluğu
D) Sudaki akıntı
E) Sudaki mineraller

17. Aynı ekolojik nişe sahip farklı iki tür canlı arasında;

I. Av-avcı ilişkisi görülebilir.
II. Besin rekabeti görülebilir.
III. Çiftleşerek verimli döller verebilir.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

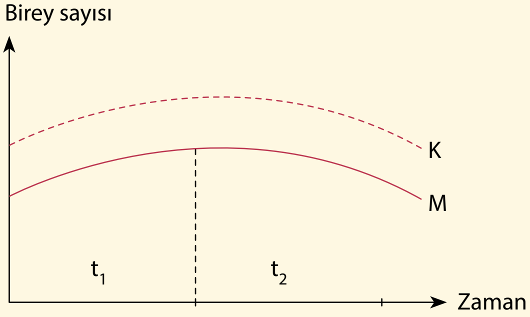
18. Komünitelerdeki tür çeşitliliğini;

I. Sıcaklık
II. Işık
III. Nem

faktörlerinden hangileri etkileyebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

19.



Aralarında simbiyoz birliktelik görülen K ve M türleri, t_1 zaman aralığında beraber yaşarken t_2 zaman aralığında ayrıldıklarında birey sayılarını gösteren grafik yukarıda gösterilmiştir.

Buna göre K ve M türleri arasındaki simbiyoz birliktelik aşağıdakilerden hangisidir?

A) Parazitlik B) Mutualizm
C) Kommensalizm D) Amensalizm
E) Rekabet

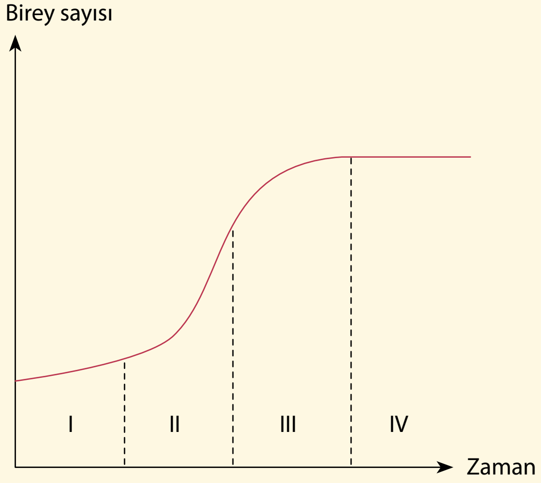
20. Ekoton bölgeleri ile ilgili olarak;

I. Rekabet fazladır.
II. Tür çeşidi fazladır.
III. Tür içi birey sayısı fazladır.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

21.



Yukarıda, bir popülasyonun S eğrisi şeklindeki büyüme grafiği gösterilmiştir.

Buna göre IV. zaman aralığı için;

I. Doğum oranı ile ölüm oranı birbirine yaklaşır.
II. Çevre direnci en yüksek seviyededir.
III. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaşmıştır.
IV. Popülasyonun üreme hızı yüksektir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) II ve III
C) II ve IV
D) I, II ve III
E) I, II, III ve IV

22. Aşağıdaki tabloda, üç farklı ülkede yaşayan insanların yaş gruplarına göre dağılış yüzdeleri verilmiştir.

Ülke	0-15	15-40	40-60	60 ve Üzeri
I	%10	%20	%30	%40
II	%40	%25	%20	%15
III	%25	%25	%25	%25

Bu üç ülkedeki büyüme hızı, büyükten küçüğe doğru hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) I-II-III
B) II-I-III
C) III-I-II
D) II-III-I
E) I-III-II

23. Aşağıdaki tabloda, iki farklı tür arasındaki simbiyoz ilişki türlerinden üç tanesi I, II ve III olarak gösterilmiştir. Bu ilişki türlerinin canlılar üzerindeki etkileri +, –, 0 olarak gösterilmiştir.

İlişki Çeşidi	A Canlısı	C Canlısı
I	+	+
II	+	0
III	+	-

+: Yararlı etki,

–: Zararlı etki

0: Etkisiz

Buna göre tabloda I, II ve III olarak gösterilen simbiyoz yaşam şekilleri, aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Mutualizm	Kommensalizm	Parazitlik
B)	Kommensalizm	Mutualizm	Parazitlik
C)	Amensalizm	Kommensalizm	Mutualizm
D)	Parazitlik	Mutualizm	Kommensalizm
E)	Mutualizm	Amensalizm	Parazitlik

24. Parazit bitkilerle ilgili olarak;

I. Fotosentez yapma
II. Üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineral alma
III. Emeçlerini, üzerinde yaşadığı bitkinin soymuk borularına uzatma

özelliklerinden hangisi ya da hangileri, yarı parazit ve tam parazit bitkilerde ortaktır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

25. Bazı mantarlar, bitki köklerinde yaşayarak bitkinin su ve mineral emilimini artırır. Bunun karşılığında bitkiden organik besin alır.

Bitki kökleri ile mantarlar arasındaki yaşam şekli, aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Mutualizm B) Kommensalizm

C) Parazitlik D) Amensalizm

E) Rekabet

26. Popülasyonlara etki eden;

I. Salgın hastalıkların artması

II. Yaşam alanının daralması

III. Rekabetin azalması

faktörlerinden hangisi ya da hangileri, çevre direncinin artmasına neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

27. Komünitelerle ilgili olarak;

I. Süksesyonlar görülebilir.

II. Farklı türler bulundurur.

III. Canlı ve cansız faktörlerden etkilenir.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

28. Nesli tükenmekte olan bir canlı ile ilgili olarak;

I. İklim değişiklikleri

II. Çevre kirliliği

III. Kontrolsüz avlanma

olaylarından hangileri, canlının neslinin tükenme sürecini hızlandırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

29. Popülasyonlarda gerçekleşecek göç faaliyetleri sonucunda;

I. Popülasyondaki birey sayısı

II. Popülasyonun bireylerine etki eden çevre direnci

III. Popülasyondaki bireylerin yaş dağılımı

IV. Popülasyondaki bireylerin kromozom sayısı

özelliklerinden hangileri değişebilir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV

D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

30. Canlılar arasında görülen etkileşimlerden;

I. Mutualizm

II. Kommensalizm

III. Rekabet

IV. Parazitlik

hangilerinde canlılardan en az biri fayda sağlar?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, II ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

31. Doğal ortamında yaşayan bir popülasyonda gerçekleşecek;

I. Alan daralması

II. Rekabetin azalması

III. Besin miktarının artması

olaylarından hangisi ya da hangileri, popülasyonun taşıma kapasitesini artırır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

CEVAP ANAHTARI

I. ÜNİTE

1. BÖLÜM

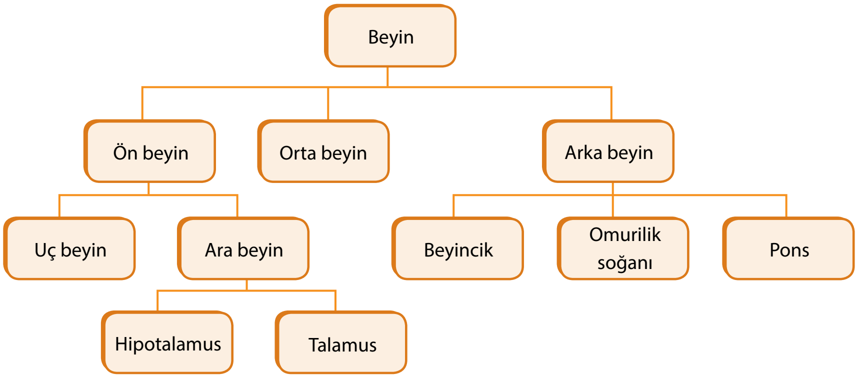
1. a) nöron, nörogliya b) hücre gövdesi, dendrit, akson c) nörolemma, nöroplazma ç) i) sert zar, ii) örümceksi zar, iii) ince zar d) nasırlı cisim, beyin üçgeni, rolando yarığı

8. a) Multipl Skleroz b) Menenjit c) Parkinson ç) Alzheimer

9. a) kretenizim b) Kornea c) insülin ç) östaki borusu d) korun tabakası e) salyangoz

10. a) tiroit, kalsitonin b) paratiroit, parathormon

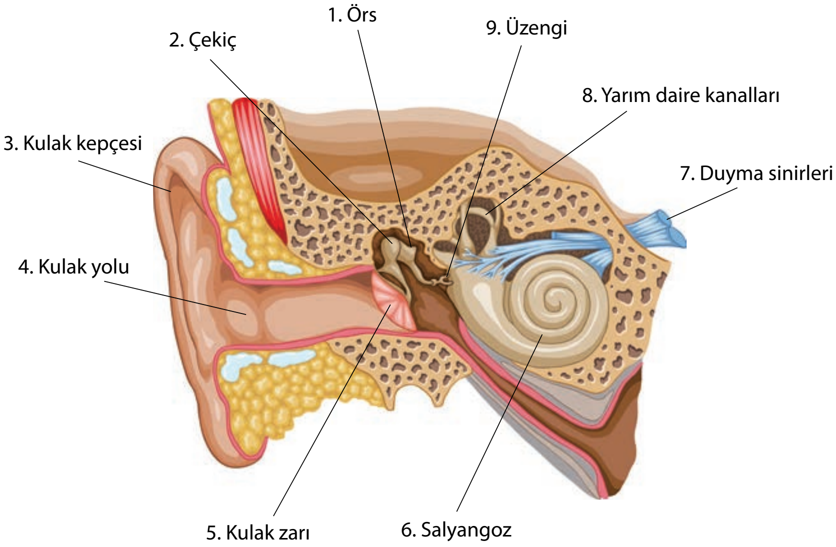
11.


Beyin
Ön beyin
Orta beyin
Arka beyin
Uç beyin
Ara beyin
Beyincik
Omurilik soğanı
Pons
Hipotalamus
Talamus

12. I. Östrojen II. Aldosteron III. FSH, LH Testis

13. I. Hipermetrop, ince kenarlı II. Miyop, kalın kenarlı

14.


1. Örs
2. Çekiç
9. Üzengi
8. Yarım daire kanalları
3. Kulak kepçesi
7. Duyma sinirleri
4. Kulak yolu
5. Kulak zarı
6. Salyangoz

15. 1. Hipofiz: STH, FSH, LH, MSH, ADH 2. Tiroit 3. Paratiroit: Parathormon 4. Pankreas: Glukagon 5. Böbrek üstü bezi: Adrenalin 7. Yumurtalık: Progesteron

2. BÖLÜM

1. a) osein b) osteomalazi c) havers ç) periost d) osteosit e) sinerjist f) ligament g) osteoporoz ğ) tendon h) antogonist ı) kas tonusu i) tetanos j) kas sarsı k) epifiz plağı l) sarkoplazma

2. 1. Hiyalin kıkırdak: soluk borusu, burun, bronş, kemik eklem bölgelerinde, kaburga uçlarında
2. Elastik kıkırdak: kulak kepçesi, östaki borusu
3. Fibröz kıkırdak: omurlar arası diskler

3. 1. Miyofibril 2. Aktin 3. Miyozin 4. Sarkomer

4. Çizgili kas: İskelet sistemine ait kaslardır. Düz kas: İç organların ve damarların yapısında bulunur. Kalp kası: Kalpte bulunur.

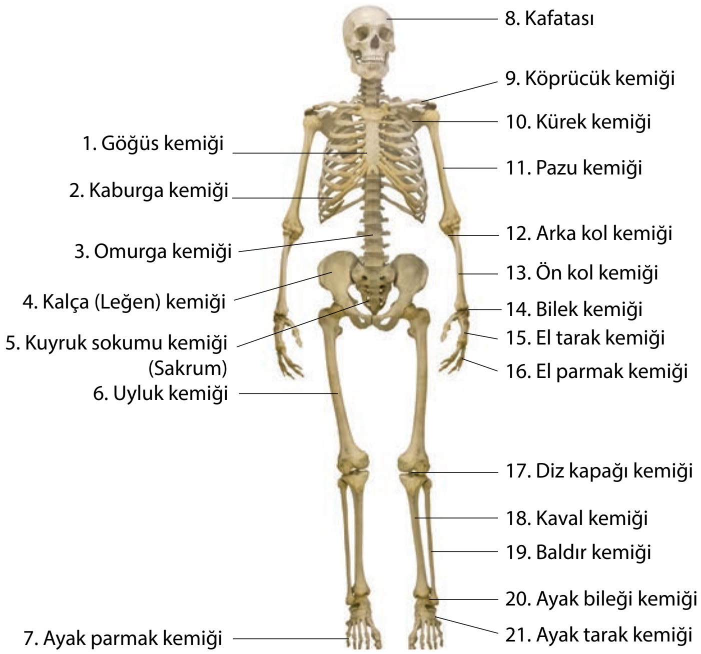
5. Artan: laktik asit, kreatin, ADP, fosfor, CO_2

Azalan: ATP, glikoz, kreatin fosfat, glikojen

6. Kas kasıldığında: I bandı kısalır, H bandı kaybolur, A bandı değişmez.

Kas gevşediğinde: I bandı ve H bandı uzar, A bandı değişmez.

7.


8. Kafatası
9. Köprücük kemiği
10. Kürek kemiği
1. Göğüs kemiği
11. Pazu kemiği
2. Kaburga kemiği
12. Arka kol kemiği
3. Omurga kemiği
13. Ön kol kemiği
4. Kalça (Leğen) kemiği
14. Bilek kemiği
5. Kuyruk sokumu kemiği (Sakrum)
15. El tarak kemiği
16. El parmak kemiği
6. Uyluk kemiği
17. Diz kapağı kemiği
18. Kaval kemiği
19. Baldır kemiği
20. Ayak bileği kemiği
7. Ayak parmak kemiği
21. Ayak tarak kemiği

8. Vücut hareketi, madde taşınımı, vücut şeklinin oluşması, vücut sıcaklığının düzenlenmesi

9. Hormonlar, beslenme, güneş ışığı, genetik özellikler

3. BÖLÜM

1. a) mine, dentin, pulpa b) amilaz, lipaz, tripsinojen ve kimotripsinojen, nükleaz c) gastrin ç) jejunum d) gastrit e) çekum f) villus g) epiglottis ğ) kimus h) vater kabarcığı

2. 1. Çene altı tükürük bezlerinden salgılanan seröz, besinlerin tadının alınmasını sağlar.

2. Dil altı tükürük bezlerinden salgılanan mukus, ağzın nemli kalmasını sağlar.

3. Kulak altı tükürük bezlerinden salgılanan amilaz, karbonhidratların sindiriminin başlamasını sağlar.

3. Karbonhidrat: ağız, ince bağırsak; Protein: mide, ince bağırsak; Yağ: ince bağırsak

4. Depolanmış besin maddelerinin hücre içinde monomerlerine parçalanması ve vücuda giren yabancı mikroorganizmaların bağışıklık sistemi hücreleri tarafından fagositozla parçalanması

5. Su, sodyum bikarbonat, safra tuzları, kolesterol ve bilurubin (safra boyası)

6. Pepsinojenin pasif olarak salgılanması, mide iç yüzeyini kaplayan mukus salgısı, gastrin ve enterogastin hormonlarının düzenleyici etkileri.

7. 1. Ağız: Fiziksel ve kimyasal sindirimin başladığı yerdir. 2. Karaciğer: Yağların mekanik sindirimini yapan safrayı üretir. 3. Safra kesesi: Safra salgısını depolar. 4. İnce bağırsak: Kimyasal sindirimin sona erdiği ve besin monomerlerinin emiliminin gerçekleştiği yerdir. 5. Yemek borusu: Peristaltik hareketlerle besinleri mideye taşır. 6. Mide: Proteinlerin kimyasal sindirimini gerçekleştirir. 7. Pankreas: Besinlerin sindirimini sağlayan hidrolitik enzimleri üretir ve ince bağırsağa salgılar. 8. Kalın bağırsak: Su, mineral ve bazı vitaminlerin emilimi tamamlanır. 9. Anüs: Dışkıların atıldığı yerdir.

4. BÖLÜM

1. a) perikard, miyokard, endokard b) sistol, diastol c) sinoatrial düğüm ç) tansiyon d) adrenalin
e) interferon f) bağ doku, düz kas, endotel g) asetilkolin ğ) hemoglobin h) triküspit, biküspit

2. 1. Alyuvar (Eritrosit): Solunum gazlarını taşır. 2. Akyuvar (Lökosit): Bağışıklık sağlar. 3. Kan Pulcuğu (Trombosit): Kanın pıhtılaşmasını sağlar.

3.

	AB Grubu	**A Grubu**	**B Grubu**	**0 Grubu**
Antijen	A ve B	A	B	–
Antikor	–	Anti B	Anti A	Anti A ve Anti B

4. Aşı: Aktif bağışıklık sağlar, sağlıklı kişiye uygulanır. Koruyucu özelliktedir, uzun süreli bağışıklık sağlar. Serum: Pasif bağışıklık sağlar. Hasta kişiye uygulanır. Tedavi edici özelliktedir, kısa süreli bağışıklık sağlar.

5. Annenin Rh (–), bebeğin Rh (+) olduğu durumlarda ortaya çıkar.

6. Yeterli ve dengeli beslenmeye özen gösterilmelidir. Düzenli spor yapmalı, temiz hava alınmalıdır. Aşırı stresten kaçınılmalı, stresle baş etmenin yolları aranmalıdır. Stres kalp sağlığını olumsuz etkilemektedir. Alkol ve sigaradan uzak durulmalıdır.

7. Taşıma görevi: O_2, CO_2, besin, hormon, metabolik artık taşır.

Düzenleme görevi: Vücudun su, elektrolit ve pH dengesini ayarlar. Vücut sıcaklığını düzenler.

Savunma görevi: Vücudu mikroplardan ve hastalıklardan korur.

Koruma görevi: Pıhtılaşma mekanizmasıyla kan kayıplarını engeller.

5. BÖLÜM

1. a) bronş, bronşiol b) pleura c) pnömoni ç) alveol d) diyafram e) surfaktan f) bohr etkisi

2. Nefes alma: Kaburgalar arası kaslar kasılır, kaburgalar yukarı doğru yükselir, diyafram kası düzleşir, göğüs boşluğu genişler ve basıncı düşer.

Nefes verme: Kaburgalar arası kaslar gevşer, kaburgalar aşağı doğru iner, diyafram kası kubbeleşir, göğüs boşluğu daralır ve basıncı artar.

3.

	Tepkimeler	①	②
a)	$Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$	X	○
b)	$HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$	○	X
c)	$Hb + CO_2 \rightarrow HbCO_2$	○	X
ç)	$HbCO_2 \rightarrow Hb + CO_2$	X	○
d)	$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$	○	X
e)	$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$	X	○

4. Solunan havada CO bulunursa hemoglobine bağlanır ve O_2'nin taşınmasını engeller. Kişi açık havaya çıkartılmalı, saf O_2 solutulmalıdır.

5. Mevsime uygun giyinilmelidir. Bulunulan ortam sık sık havalandırılmalıdır. Temiz havada düzenli spor yapılmalıdır. Çocukken vereme karşı gerekli aşılar yapılmış olmalıdır. Bronşit, zatürre, astım gibi solunum sistemi hastalıklarında gecikmeden bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Tütün ve tütün mamulleri gibi solunum sistemine zarar veren maddelerin kullanımından uzak durulmalıdır.

6. BÖLÜM

1. a) nefron b) süzülme, geri emilim, salgılama c) malpigi cisimciği ç) üremi d) diyaliz
e) böbrek atardamarı f) üreter, üretra g) proksimal tüp, Henle kulbu, distal tüp ğ) piramit kanalları
h) ADH , aldosteron

2.

	Su	Glikoz	O_2	Üre	Vitamin	Tuz	CO_2	Plazma proteini	Kan hücresi
Böbrek Atardamarı	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla	Az	Eşit	Eşit
Böbrek Toplardamarı	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Fazla	Eşit	Eşit

7. BÖLÜM

1. a) epididimis b) akrozom c) fallopi tüpü ç) folikül d) korpus luteum e) zona pellucida f) morula g) blastosöl ğ) blastopor h) embriyo, fetüs

2. Anne ile embriyo arasındaki madde alışverişini gerçekleştirmek, antikor ve hormon üretmek.

3. 13 Nisan'da menstrüasyon döngüsü başlayan bir kişinin doğum yapacağı tarih, bu tarihten itibaren 40 hafta hesaplanarak 10-20 Ocak olarak belirlenir.

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. 1. Y 2. Y 3. Y 4. Y 5. D 6. D 7. D 8. Y 9. Y 10. D 11. Y 12. Y 13. D 14. Y 15. D 16. D 17. Y 18. D 19. Y

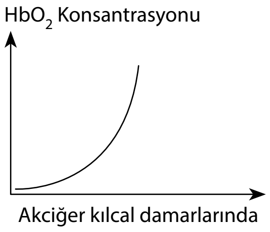
B. 1. zigot 2. Ranvier boğumu 3. acinar 4. koroid 5. osteosit 6. volkman 7. vas deferens 8. sarkolemma 9. rektum 10. şilomikron 11. his demetleri, Purkinje lifleri 12. karbonik anhidraz 13. medulla, pelvis 14. eritropoietin 15. homeostazi 16. endometrium 17. serviks

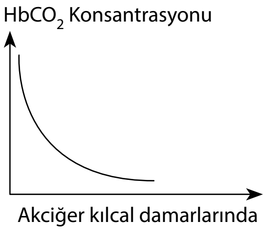
C.

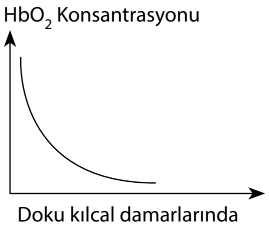
$$\text{ATP} \xrightarrow{\text{ATPaz}} \text{ADP} + P_i \quad \text{enerji}$$

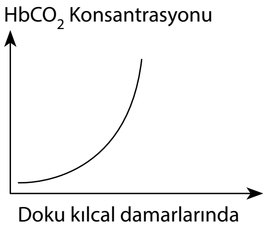
$$\text{Kreatin fosfat} + \text{ADP} \xrightarrow{\text{Kreatin kinaz}} \text{ATP} + \text{Kreatin}$$

Ç.









D. 1. Zigot, 2. Morula, 3. Blastosist, 4. Blastosöl, 5. Blastopor

E. 1. Ağız (f) → 2. Yutak (d) → 3. Yemek borusu (ç) → 4. Mide (b) → 5. Onikiparmak bağırsağı (a) → 6. İnce bağırsak (g) → 7. Kalın bağırsak (e) → 8. Anüs (c)

F. 1. Uç Beyin (b), 2. Pons (ç), 3. Omurilik Soğanı (d), 4. Beyincik (a), 5. Orta Beyin (c)

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. A 2. C 3. C 4. A 5. E 6. A 7. D 8. C 9. A 10. C 11. D 12. D 13. C 14. A 15. D 16. D 17. C 18. C 19. D
20. C 21. B 22. D 23. C 24. C 25. C 26. A 27. A 28. B 29. D 30. C 31. A 32. A 33. B

II. ÜNİTE

1. BÖLÜM

1. a) ekoton b) ekolojik niş c) holozoik ç) kommensalizm d) liken e) süksesyon f) amensalizm g) mutualizm

2. İç parazitler, genellikle basit yapılı canlılardır. Sindirim sistemleri gelişmediğinden üzerinde yaşadıkları konağın sindirilmiş besinlerini alarak yaşarlar.

Dış parazitler genellikle hayvanların derilerine veya derileri üzerindeki tüy, kıl gibi yapılara tutunarak yaşayan canlılardır.

3.

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet	–	–
Av-Avcı	+	–
Mutualizm	+	+
Kommensalizm	+	0
Parazitizm	+	–
Amensalizm	0	–

2. BÖLÜM

1. a) popülasyon b) taşıma kapasitesi c) ekolojik ayak izi ç) doğum, içe göç-ölüm, dışa göç

II.ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. 1. D 2. D 3. Y 4. D 5. Y 6. D 7. D 8. D 9. Y 10. Y 11. D 12. D 13. Y

B. 1. Klimaks 2. Popülasyon dinamikleri 3. komünite 4. simbiyoz yaşam 5. çevre direnci 6. parazit, konak

C. 1-c, e 2-f 3-a, d 4-ç 5-b

Ç. 1. Zorunlu mutualizmde birlikte yaşayan canlılar, ayrıldıklarında zarar görür ve yaşamlarına devam edemezler. Örneğin liken birlikleri. İsteğe bağlı mutualizmde birlikte yaşamdan olumlu etkilenen canlılar, ayrıldıklarında zarar görmezler. Örneğin Timsah ile timsahın ağzındaki atıklarla beslenen kuşlar arasında görülür.

2. *Kümeli dağılımda* bireyler popülasyon içinde grup ve sürü oluşturarak bir arada bulunur. *Düzenli dağılım* gösteren popülasyonlarda, bireylerin aralarındaki mesafe yaklaşık aynıdır ve bireyler arasında sıkı bir etkileşim vardır. *Rastgele dağılım,* popülasyonlarda en az görülen dağılım şeklidir. Bireyler arasında etkileşimin en az olduğu canlılarda görülür.

D. 1. Mutualizm a) Zorunlu b) Gevşek 2. Parazitlik a) Hayvansal i. İç parazitlik ii. Dış parazitlik b) Bitkisel i. Yarı parazitlik ii. Tam parazitlik, 3. Kommensalizm 4. Amensalizm

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. E 2. D 3. E 4. D 5. A 6. C 7. B 8. E 9. E 10. A 11. C 12. D 13. E 14. E 15. E 16. A 17. B 18. E

19. B 20. C 21. D 22. D 23. A 24. B 25. A 26. C 27. E 28. E 29. D 30. C 31. D

KISALTMALAR

mL	Mililitre	cm	Santimetre
L	Litre	cm^2	Santimetrekare
mg	Miligram	cm^3	Santimetreküp
g	Gram	m^2	Metrekare
kg	Kilogram	mm^3	Milimetreküp
nm	Nanometre	m/s	Metre/Saniye
µm	Mikrometre	mmHg	Milimetre civa
mm	Milimetre	°C	Santigrat derece

SÖZLÜK

A

Adenozin Trifosfat (ATP): Enerjiyi yapısında depolayabilen ve aktarabilen adenin bazı içeren nükleozit trifosfat.

aerobik: Oksijene ihtiyaç duyan.

aksiyon potansiyeli: Hücre zarının elektriksel zar potansiyelinin kısa bir süre içinde aniden yükselmesi ve azalması.

akne: Yağ bezlerinin deri üzerinde oluşturduğu iltihaplı sivilce.

aktif taşıma: Yoğunluk farkının tersine, hücre zarından geçebilecek büyüklükteki maddelerin metabolik enerji kullanılarak taşınması.

alg: Suda yaşayan, tek ya da çok hücreli olan fotosentetik protistler.

alveol: Akciğerde bronşçukların sonlandığı ve gaz değişiminin yapıldığı, küçük kese şeklindeki boşluklardır.

amilaz: Karbonhidratların sindirimini sağlayan enzim.

amino asit: Proteinlerin yapı taşı.

amonyak (NH_3): Amino asitlerin hücresel solunumda kullanılmasıyla açığa çıkan, suda çözünebilen, zehirli atık madde.

anaerobik: Oksijene ihtiyaç duymayan.

anemon: Mercanlar sınıfından; çok sayıda, uzun dokunaçları bulunan omurgasız hayvan.

antibiyotik: Bakterilerin üremesini engelleyen kimyasal madde.

antijen: Vücutta bağışıklık sisteminin cevap vermesine neden olan yabancı madde.

antikor (İmmunoglobulin): Özel bir antijene cevap olarak B lenfonsitleri veya plazma hücreleri tarafından üretilen ve bağışıklıktan sorumlu olan protein yapılı maddeler.

asetilkolin: Otonom sinir sistemi hücrelerinden salgılanan ve iskelet kaslarına uyarı götüren motor nöronlardan salgılanan çizgili kasların kasılmasını artıran, kalp kasının kasılma hızını yavaşlatan nörotransmitter.

B

bağışıklık: Vücutta mikroorganizmalara veya bunların ürettiği maddelere karşı meydana getirilen ve normal olamayan şartlara karşı koymayı sağlayan doğal ya da sonradan kazanılmış direnç.

bakteri: Prokaryot hücre yapısına sahip, tek hücreli, mikroskobik canlı.

bıngıldak: Kafatası kemiklerinin birleşme noktalarının arasındaki bağ dokudan oluşmuş bölge.

botoks: Estetik operasyonlarda kullanılan, kırışıklıkları gidermek için bakterilerden elde edilen bir madde olan botulinum toksininin vücuda enjekte edilmesi.

Ç

çubuk (çomak) hücresi: Ağ tabakada bulunan, yassı zar keselerinden oluşmuş loş ışıkta görmeyi sağlayan, rodopsin pigmenti içeren hücre.

D

dalız: Oval pencereden gelen ses dalgalarını salyangozun içine ileten salyangozun giriş bölgesi.

dekstrin: Nişastanın hidrolizi ile oluşan küçük polisakkarit parçaları.

dentin: Kollagen ve kalsiyum tuzlarından yapılmış, omurgalı hayvanların dişinin sert kısmı.

derişim: Bir karışımın, çözeltinin ya da maddenin belirli bir kütle veya hacminde bulunan bileşeninin miktarı.

dermis: Omurgalı hayvanlarda epidermisin alt kısmında bulunan tabaka, alt deri.

dış solunum: Organizmanın çevresinden aldığı gazı solunum organında vücut içine alması.

difüzyon: Moleküllerin çok yoğun ortamdan az yoğun ortama enerji harcanmadan geçmesi.

diseksiyon: Cansız bir organın veya dokunun laboratuvar ortamında kesilerek incelenmesi.

doku: aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı.

dopamin: Yokluğunda ya da eksikliğinde Parkinson hastalığına sebep olan, tirozin amino asitinin metabolizmasının ara ürünü olan, merkezî sinir sistemine ait nörotransmitter madde.

dorsal: Sırt bölgesi.

duodenum: İnce bağırsağın midenin bitiş yerinde başlayan bölümü, onikiparmak bağırsağı.

E

ekoloji: Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşimlerini inceleyen bilim dalı.

efektör organ: Motor nöronların bağlı olduğu ve bir uyarı karşısında bir iş ya da madde oluşturan, merkezî sinir sisteminde oluşan impulslara verilen cevapları yerine getiren salgı bezi, kas gibi organ.

ekosistem: Belirli bir alanda yer alan ve birbirleriyle etkileşim hâlinde olan canlı ve cansız bileşenlerden oluşan birim.

embriyo: Çok hücreli canlılarda gelişim basamaklarından biri: Sperm ve yumurtanın birleşmesiyle oluşan zigotun çok hücreli canlıyı oluşturmak için gelişmeye başladığı ilk 8 haftalık dönemdeki hâli.

endokrin bez: Ürettiği salgıyı özel bir kanala değil de kana veren bezlerden herhangi biri. İç salgı bezi.

endolenf: Yarım daire kanallarının ve salyangozun içinde bulunan sıvı.

endotel: Damarların iç kısmını oluşturan tek tabakalı yassı epitel.

enerji: İş yapabilme ya da bir değişikliğe neden olma yeteneği.

enfeksiyon: Bakteri, virüs, mantar gibi yabancı canlıların vücuda girdiğinde meydana getirdiği durum.

epiglottis: Yutma sırasında yiyeceklerin gırtlak ve devamı olan soluk borusuna gitmesini engelleyen bölge, gırtlak kapağı.

F

fagositoz: Hücre zarındaki porlardan geçemeyecek kadar büyük katı moleküllerin yalancı ayaklar yardımıyla hücre içine alınması.

filament (miyofilament): Kasın yapısında bulunan, protein yapılı ince ve kalın iplikler.

fizyoloji: Doku ve organların görev ve faaliyetlerini inceleyen bilim dalı.

fungus: Mantar.

G

geri bildirim: Birçok biyolojik olayda, olayın sonucunun ya da ürününün, reaksiyonun ilerlemesine veya durdurulmasına yol açan belli bir seviyeye ulaşması.

H

habitat: Bir canlı türünü veya canlı topluluklarını barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.

hemoglobin: Omurgalı hayvanların alyuvarlarında bulunan, yapısında demir bulunan oksijen ve karbondioksit taşımaya yarayan solunum pigmenti.

heterotrof: Kendi besinlerini sentezleyemediklerinden dışarıdan almak zorunda olan canlılara verilen ad.

hidroliz: Büyük moleküllerin su kullanılarak küçük moleküllere yani monomerlere ayrıldığı kimyasal reaksiyonlar.

hiperkolesterolemi: Kandaki kolesterol oranının yüksek olması durumu.

histamin: Bağ dokuya ait mast hücreleri tarafından üretilen, alerjik belirtilere neden olan, merkezî sinir sisteminde nörotransmitter olarak görev yaptığı bilinen, damar genişletici madde.

homeostazi: Yaşamın devamı için düzenleyici sistemler yardımıyla organizmanın iç ortamının sabit tutulması.

hücre: Genellikle gözle görülemeyecek kadar küçük, yarı geçirgen bir zar ile çevrili olan, içinde organeller bulunduran bir organizmanın yapı ve görev bakımından en küçük birimi.

İ

ilik: Kemiklerin içinde bulunan ve kan yapımının gerçekleştiği bölgeler.

implant: Vücuda yerleştirilen doku parçası, ilaç veya radyoaktif madde.

impuls: Uyarma sonucunda bir sinir hücresi boyunca meydana gelen kimyasal ve elektriksel değişiklikler.

inorganik madde: Temel element olarak karbon atomu içermeyen, canlıların üretemediği ve dışarıdan hazır aldığı su, mineral, asit ve baz gibi maddeler.

K

kanser: Organizmada meydana gelen ve hücreleri kontrolsüz büyüyen kötü huylu tümörlere verilen isim.

kistik böbrek hastalığı: Kesit yüzeyi düzensiz, küçük kistlerle kaplı, bal peteği görünümündeki böbrek hastalığı.

kolajen lif: Protein yapılı, sert ve sağlam bağ doku elemanı.

koni hücreleri: Bazı omurgalıların gözünün retina bölgesinde bulunan, koni şeklinde, renkli görmeyi sağlayan renk pigmenti.

kornea: Gözün ön kısmında bulunan, saydam, kubbeleşmiş bölge, sert tabaka bölgesi.

kronik: Bir hastalığın uzun süre devam etmesi.

L

lam: Mikroskop altında incelenecek maddelerin, üzerine konulduğu ya da yayıldığı, dar ve uzun, yassı cam parçası.

lamel: Lam üstüne konularak mikroskop altında incelenecek cismin üstüne kapatılan küçük, dört köşe veya yuvarlak ve çok ince cam parçası.

ligament: Vücudun eklem bölgelerinde bulunan kemikleri birbirine bağlayan dokular.

M

metabolizma: Canlı hücrelerde meydana gelen yapım ve yıkım olaylarının tamamı.

monomer: Büyük organik moleküllerin yapı taşı.

monosakkarit: Genel formülü $(CH_2O)n$ olan karbonhidratların yapı taşı.

morfoloji: Canlıların şekil ve dış yapıları ile ilgilenen bilim dalı.

N

nörogliya: Sinir hücrelerinin etrafını saran, koruyan, beslenmesini sağlayan hücrelerdir.

nöron: Sinir hücresi. Sinir sisteminin elektriksel impulsları taşımak için özelleşmiş temel hücreleri.

O

organ: Organizma içinde aynı görevdeki dokulardan oluşmuş yapı.

organik madde: Doğal olarak bulunmayan, organizmalar tarafından metabolizmaları sonucunda üretilen, yapısında karbon bulunan maddeler.

ototrof: İnorganik ortamlarda gelişebilen ve karbondioksidi karbon kaynağı olarak kullanabilen üretici canlılar.

ovaryum: Kadın üreme organı, yumurtanın üretildiği dişi üreme sistemi elemanı. Yumurtalık.

Ö

ödem: Hücreler arası maddenin artması, su toplaması.

ökaryot: Çekirdeği ve zarlı organelleri olan gelişmiş yapıdaki hücre.

P

patojen: Hastalık yapan, zararlı mikroorganizma.

peristaltik hareket: Sindirim kasılma hareketleri: Sindirim sistemi gibi bazı organların çeperlerinde görülen ritmik ve kuvvetli kasılıp gevşeme hareketleridir. Bu ritmik kasılma dalgaları organ içindeki maddeyi hareket ettirmeye yardımcı olur.

pigment: Bitki ve hayvanlarda bulunan renk maddesi.

pinositoz: Hücre zarından geçemeyecek kadar büyük olan sıvı moleküllerin koful oluşturularak hücre içine alınması.

polimer: Benzer veya farklı yapı birimlerinin kovalent bağlarıyla bağlanarak oluşturduğu büyük molekül.

polipeptit: Çok sayıda aminoasidin peptit bağlarıyla bağlanarak oluşturduğu, proteinlerin birincil yapısını oluşturan büyük organik molekül.

polisakkarit: Çok sayıda monosakkaritten oluşmuş büyük karbonhidrat.

popülasyon: Belirli bir alanda yaşayan ve aynı türe ait olan bireylerin oluşturduğu grup.

por: Açıklık, delik.

primatlar: Goril, orangutan, şempanze, insan gibi canlıların yer aldığı bir memeli takımı.

prokaryot: Çekirdeği ve zarlı organelleri bulunmayan, ilkel yapıdaki hücre çeşidi.

probiyotik: Hayvanların sindirim kanalındaki mikrofloranın ekolojik dengesini düzene sokmak, potansiyel patojen mikroorganizmaların zararlı duruma gelmesini önlemek ve hayvan sağlığını olumlu etkilemek üzere içme suyu veya yemlere katılarak verilen, Lactobacillus acidophilus ve Bifidobacterium vb. canlı mikroorganizmaları, maya kültürlerini içeren biyolojik ürünler.

protein: Amino asitlerin peptit bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan, karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt içeren makromolekül.

R

refleks: Belirli bir uyarıya verilen hızlı, otomatik ve kalıplaşmış tepkiler.

reseptör: Hücre içinde veya hücre zarında bazı uyarıcılara karşı hücre cevabının verilmesine yol açan protein, glikoprotein yapı.

reseptör organ: Çeşitli uyarıları alabilen duyu organı.

retina: Göz küresinin en iç kısmını oluşturan, ışığa duyarlı reseptörler bulunduran tabaka.

rodopsin: Çubuk hücrelerinde bulunan, ışığa duyarlı, opsin proteini ve A vitamininden oluşan, az ışıkta net görmeyi sağlayan pigment.

S

santrifüj: Farklı yoğunluktaki sıvı ya da katı parçacıkların yoğunluklarına göre farklı hızlarda döndürülme ile birbirinden ayrılmasının sağlanması.

saprofit: Ölü bitki ve hayvanlarla beslenen canlı.

serotonin: Bağ dokuya ait mast hücreleri ve kan pulcukları tarafından üretilen, uyanıklık ve ağrı duygularının düzenlenmesinde rolü olan, düz kasları uyararak kan damarlarının büzülmesini sağlayan nörotransmitter.

sinaps: Sinir hücrelerinin akson uçlarının diğer sinir hücrelerine, epitel hücrelere, kas veya salgı bezi hücrelerine bağlanma bölgesi.

sinestezi: "Birleşik duyu" anlamına gelen Yunanca kökenli bir kelime: Sinestezi hastalarında herhangi bir duyunun uyarımı otomatik olarak başka bir duyu algısını tetiklemektedir.

sperm: Erkek üreme hücresi.

spor: Bitkilerin veya mantarların özelleşmiş ve hayatlarının devamını sağlayan, üreme yeteneği olan hücreleri.

steroid: Bitki ve hayvanlarda bulunan 4 halkadan oluşmuş karbon iskeletli genellikle hormonların yapısına katılan, monomer yapılı yağ çeşidi.

surfaktan: Alveollerden salgılanan, alveollerin açık kalmasını sağlayan protein ve fosfolipit yapılı salgı.

T

tampon: Açık yaralarda gaz, pamuk vb. ile yapılan ve bastırılarak kan dindirmeye ve ilaç uygulamasına yarayan yumaklar, tıkaç.

taş hastalığı: Karbonat, oksalat, fosfat vb. tuzları, irin epitel hücresi atıkları gibi organik maddelerle kristalize olarak böbreklerde oluşan taş.

tendon: Kasların kemiklere bağlanmasını sağlayan yapı.

tentakül: Bazı omurgasız hayvanlarda bulunan, dokunmaya ve tutmaya yarayan hareketli uzantı.

testis: Erkeklerde üreme hücresi üretimi yapan, aynı zamanda testosteron salgılayan bez.

tohum: Bitkilerde döllenmeden sonra tohum taslaklarının gelişmesiyle meydana gelen yapı.

U

uterus: Dişi hayvanlarda yumurtanın veya yavrunun geliştiği yer; rahim, döl yatağı.

Ü

üre: Memelilerde ve kurbağalarda amino asitlerin yıkımı sonucu oluşan amonyağın karaciğerde daha az zehirsiz hâle getirilmesi ile oluşan idrarın esas maddesi olan organik madde.

Y

yumurta: Kadın üreme hücresi.

Z

zatürre: Alveollerin iltihaplanması ile ortaya çıkan hastalık (pnömoni).

zigot: Yumurta ve spermin döllenmesiyle oluşmuş olan hücre.

KAYNAKÇA

Ağrıya acılı çözüm. (2007, Kasım). *Bilim ve Teknik, 480,* 11.

Ak İkinci, Ö. (2010). Pasif içiciler daha fazla mı zarar görüyor? *Bilim ve Teknik, 513, 17*.

Ak İkinci, Ö. (2012). Kan naklinde yeni teknoloji. *Bilim ve Teknik, 538, 6*.

Ak İkinci, Ö. (2012). Farkında olmadığımız vazgeçilmezimiz koku duyumuz. *Bilim ve Teknik, 531*, 68-71.

Akay, M.T. (2004). *Genel Histoloji Atlası* (13. Baskı). Palme Yayıncılık.

Aktümsek, A. (2010). *Anotomi ve Fizyoloji / İnsan Biyolojisi.* Nobel Yayın Dağıtım.

Aktümsek, A. & Konuk, M. (2010).*Genel Biyoloji*. Nobel Yayın Dağıtım.

Aktümsek, A. & Zengin, G. (2011), *Fizyoloji Laboratuvarı*. Nobel Yayın Dağıtım.

Altıparmak, E. (2010). Sık görülen mide rahatsızlığı: Gastrit. *Numune Gazetesi, 5*, 18.

Arslan, O., Bahar, M. & Özel, A.Ç. (2011). *Genel Biyoloji Labaratuvar Kılavuzu*. Palme Yayıncılık.

Bayrhuber, H. & Kull, U. (2005). *Linder Biologie* (22. Auflage). Schroedel.

Bebeğinize doğmadan önce dokunun. (2017, Ocak). *Bilim ve Teknik, 590*, 15.

Bozdoğan, Ö. (2007). *Fizyoloji*. Palme Yayıncılık.

Bozkurt, O. (2012). *Genel Biyoloji*. Pegem Akademi Yayıncılık.

Cabıoğlu, M. T. (2008). Akupunktur ile ağrı kontrolü ve nörotransmitterler. *Genel Tıp Dergisi, 18(2)*, 93-98.

Campbell N.A., & Reece, J.B. (2008). *Biyoloji* (Altıncı Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

Cumhur, M., Yener, N. & Tuncel, M. (2001). *Temel Anatomi*. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ.

Çelik, E. (2016). *Dünyayı Değiştiren Müslüman ve Türk Bilim Adamları*. Tutku Yayınevi, Ankara, 349 s.

Demirsoy, A. (2006). *Yaşamın Temel Kuralları*. Genel Biyoloji Cilt I/Kısım I. Meteksan A.Ş.

Demirsoy, A. (2007). *Yaşamın Temel Kuralları*. Genel Biyoloji Cilt I/Kısım II. Meteksan A.Ş.

Derin yüz kırışıklıkları, akciğer hastalığının habercisi olabilir. (2006, Temmuz). *Bilim ve Teknik, 464,* 14.

Doğan, M. (2013). *Bilim ve Teknoloji Tarihi*. 2. Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara, 296 s.

Gözcelioğlu, B. (2012). Bir Zamanlar Anadolu'da Mangrov Ormanları-Doğa Tarihi. *Bilim ve Teknik*, *541*, 88.

Gözcelioğlu, B. (2013). Hem Omurgalı Hem Parazit: Deniz Dokuzgözlüsü-Fauna. *Bilim ve Teknik*, *549,* 76.

Gözükara, E.M. (1997). *Biyokimya 1*(Üçüncü Baskı). Nobel Tıp Kitabevleri.

Gözükara, E.M. (1997). *Biyokimya 2* (Üçüncü Baskı). Nobel Tıp Kitabevleri.

Güçe, M., Yavuz, H. & Karaca, S. (2012). Türkiye'nin Beşeri Sermayesi: Demografik Dönüşümün Bilançosu. *Analist, 22,* 16-29.

Güneş, T. (2006). *Genel Biyoloji*. Anı Yayıncılık.

Hall, E.J. (2013). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji* (12. Baskı). (Çeviri Editörü: Çağlayan Yeğen, B.), Nobel Tıp Kitabevleri.

Hatipoğlu, M.T. (2014). *Anatomi*. Hatipoğlu Yayınevi.

Kara, A. (2009). Aşılar ve içerikleri. *Bilim ve Teknik, 505, 22 - 25*.

Karol, S. Suludere Z. & Ayvalı, C. (1998). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu.

Keeton,W.T., Gould, J.L. & Gould C.G. (2004). *Genel Biyoloji* (Çeviri Editörleri: Demirsoy, A. & Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

Kılıç Ekici, Ö. (2011). Parazitlerin Kurbanlarına Oynadıkları Oyunlar- Zombi Karıncalar. *Bilim ve Teknik*, *528,* 44.

Kocataş, A. (1999). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi.

Koz, M., Ersöz, G. & Gelir, E. (2013), *Fizyoloji Ders Kitabı*. Nobel Yayın Dağıtım.

MEB (2018). Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar). Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Miram, W. & Scharf, H.H. (1994). *Biologie Heute SII.* Schroedel Schulbuchverlag.

Moore, C., Blackbourne, L.H. & Antevil, J. (2007), *Anatomi* (Çeviri: Barut, Ç.). Palme Yayıncılık.

Ne tek yumurta, ne de çift: Bu ikizler tam arada! (2007, Nisan). *Bilim ve Teknik, 473*, 15.

Neden, bağırsak bakterileri mi? (2007, Ocak). *Bilim ve Teknik, 470*, 8.

Odum, E.P. & Barret, G.W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri* (Çeviri Editörü: Işık, K.). Palme Yayıncılık.

On milyon yıllık kemik iliği. (2006, Eylül). *Bilim ve Teknik, 466,* 17.

Özmen, M.M & Aslan, D. (2007) 11 Temmuz Dünya Nüfus Günü. *Bilim ve Teknik, 476*, 78.

Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. & Berenbaum, M. (2009). *Life: The Science of Biology.(Ninth Edition). Sinauer Associates Inc.*

Semerci, İ.Ö. (2014). Havuç yemek görme yeteneğini artırır mı? *Bilim ve Teknik, 554,* 79.

Semerci, İ.Ö. (2014). Kök hücreleri çoğaltmada kullanılabilecek yapay kemik iliği üretildi. *Bilim ve Teknik, 555,* 5.

Smith, T.M. & Smith, R.L. (2009). *Ökologie* (6. Auflage). Pearson.

Sunay, Ç. (2008). Belleğimiz nasıl çalışır? *Bilim ve Teknik, 491,* 17-18.

Şenel, F. (2005). Düztabanlık. *Bilim ve Teknik, 457*, 95.

Şenel, F. (2010). Kronik ve akut böbrek yetmezliği. *Bilim ve Teknik, 509, 97.*

Şenel, F. (2010). Böbrek yetmezliği. *Bilim ve Teknik, 509, 98.*

Şenel, F. (2010). Hemodiyaliz. *Bilim ve Teknik, 509, 99.*

Şenel, F. (2012). Aritmi (Tekleyen Kalp). *Bilim ve Teknik, 541,* 80.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R. Topdemir, H.G, Unat, Y. & Koç Aydın, A. (2011). *Bilim Tarihine Giriş (*7. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 370 s.

Unutmaz, İ. (2010). Yararlı Parazitoidler. *Bilim ve Teknik*, *508,* 84-89.

Yabancı dil beyni değiştiriyor. (2004, Kasım). *Bilim ve Teknik, 444,* 19.

Yakar, K. (2003). *Fizyoloji.* Nobel Yayın Dağıtım.

Yaman, K. (2009). *Fizyoloji.* Ezgi Kitapevi.

http://kanser.gov.tr/kanser/kanser-turleri/52-prostat-kanseri.html (Erişim Tarihi: 02.04.2017)

http://sakaryahsm.gov.tr/detay/242/9-subat-dunya-sIgarayi-birakma-gunu.aspx (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://tip.uludag.edu.tr/topluluk-duyurulari/2017/beyin-farkindalik-haftasi-ubiat-13-16-mart-2017 (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://w3.bilkent.edu.tr/www/saglik-merkezi/genclik-danisma-birimi/saglikli-yasam-onerileri/cilt-temizligi/ (Erişim Tarihi: 23.11.2017)

http://w3.bilkent.edu.tr/www/saglik-merkezi/genclik-danisma-birimi/saglikli-yasam-onerileri/duzenli-yasam-ve-uyku/ (Erişim Tarihi: 23.11.2017)

http://www.asm.gov.tr/asitakvimi.smt (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/insanlarin-parmak-izleri-neden-farklidir (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/psikoloji/biyopsiko.htm (Erişim Tarihi: 14.01.2014)

http://www.cocukendokrindiyabet.org/index.php/uzman-gorusleri/467-rasitizm (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.ofdevlethastanesi.gov.tr/icerik.php?cid=606 (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.thsm.gov.tr/upload/files/_ki%20damla%20a__%20sonra%20olmas_n%20g_zya__.pdf (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl17@d&tur=Vaşak (Erişim Tarihi: 02.04.2017) http://www.trbhsm.gov.tr/duyurular/3/genel-duyurular/1052/21-eylul-dunya-alzheimer-gunu-1 (Erişim Tarihi: 01.11.2017)

http://www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 10.01.2017)

http://www.yeditepehastanesi.com.tr/doctor/gazi-yasargil (Erişim Tarihi: 15.11.2017)

https://rankingamerica.files.wordpress.com/2009/07/ecological-footprint-xlsx.jpg (Erişim Tarihi: 20.11.2017)

https://www.saglik.gov.tr/TR,3260/basin-aciklamasi-14112012.html (Erişim Tarihi: 10.10.2017)

www.kizilay.org.tr/SSS (Erişim Tarihi: 15.11.2017)

GÖRSEL KAYNAKÇA

Sayfa	Ad	
6	www.dreamstime.com	ID: 20549263
9	www.dreamstime.com	ID: 41846470
14	www.dreamstime.com	ID: 20549263
16	www.dreamstime.com	ID: 32278795
17	www.dreamstime.com	ID: 18466076
18	www.dreamstime.com	ID: 17881370
20	Yayınevi Arşivi	
21	Yayınevi Arşivi	
22	www.dreamstime.com	ID: 12029484
24	www.dreamstime.com	ID: 28842055
25	www.dreamstime.com	ID: 28463798
27	www.dreamstime.com	ID: 19885574
28	www.dreamstime.com	ID: 54987873
28	www.dreamstime.com	ID: 33785757
29	www.dreamstime.com	ID: 19746170
30	www.dreamstime.com	ID: 19746170
31	www.dreamstime.com	ID: 30727839
32	www.dreamstime.com	ID: 18987278
33	Yayınevi Arşivi	
34	Yayınevi Arşivi	
34	https://www.kumc.edu/dc/pc/Avicenna.jpg (02.01.2018)	
36	www.dreamstime.com	ID: 27017484
36	www.dreamstime.com	ID: 27017484
36	www.dreamstime.com	ID: 12762626
36	www.dreamstime.com	ID: 12762626
37	www.dreamstime.com	ID: 22934339
38	www.dreamstime.com	ID: 19743381
38	www.dreamstime.com	ID: 33839117
39	www.dreamstime.com	ID: 55942855
39	www.dreamstime.com	ID: 35942210
40	www.dreamstime.com	ID: 21932687
41	www.dreamstime.com	ID: 10516665
42	http://galeri8.uludagsozluk.com/468/gazi-yasargil_800702.jpg (05.01.2018)	
43	www.dreamstime.com	ID: 70462901
44	www.dreamstime.com	ID: 26464728
44	www.dreamstime.com	ID: 26464725
45	https://www.mailce.com/wp-content/uploads/2015/05/akromegali-hastalığı.jpeg (06.01.2018)	
46	www.dreamstime.com	ID: 26468478
46	www.dreamstime.com	ID: 19014877
47	https://www.bopss.co.uk/bopss-uploads/before.jpg (06.01.2018)	
48	Yayınevi Arşivi	
49	www.dreamstime.com	ID: 25923053
50	www.dreamstime.com	ID: 22132895
51	Yayınevi Arşivi	
52	www.dreamstime.com	ID: 27081201
53	www.dreamstime.com	ID: 27081201
54	www.dreamstime.com	ID: 37354087
55	Yayınevi Arşivi	
57	www.dreamstime.com	ID: 10955530
58	www.dreamstime.com	ID: 34372367
58	www.dreamstime.com	ID: 19746175
59	https://sites.psu.edu/siowfa16/files/2016/09/color-blind-test6-2a18hhh.jpg (06.01.2018)	
59	www.dreamstime.com	ID: 34372367
59	www.dreamstime.com	ID: 34372367
59	www.dreamstime.com	ID: 22343570
60	www.dreamstime.com	ID: 8847061
60	www.dreamstime.com	ID: 4230917
61	www.dreamstime.com	ID: 23875555
62	www.dreamstime.com	ID: 23979933
62	www.dreamstime.com	ID: 9845527
63	www.dreamstime.com	ID: 32128341
64	www.dreamstime.com	ID: 27714655
65	www.dreamstime.com	ID: 73964609
65	www.dreamstime.com	ID: 28539899
66	www.dreamstime.com	ID: 39323608
67	www.dreamstime.com	ID: 21932687

68	www.dreamstime.com	ID: 37354087
72	www.dreamstime.com	ID: 19931475
72	www.dreamstime.com	ID: 19931475
72	www.dreamstime.com	ID: 19931475
73	www.dreamstime.com	ID: 4230917
75	www.dreamstime.com	ID: 13139473
76	www.dreamstime.com	ID: 33122104
77	Yayınevi Arşivi	
77	www.dreamstime.com	ID: 25415356
78	www.dreamstime.com	ID: 27472107
79	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fossilised_frog.jpg(10,02,2018)	
80	www.dreamstime.com	ID: 30025805
81	www.dreamstime.com	ID: 21892642
81	www.dreamstime.com	ID: 30721732
81	www.dreamstime.com	ID: 18753240
82	www.dreamstime.com	ID: 34165096
82	www.dreamstime.com	ID: 29150384
82	www.dreamstime.com	ID: 33835585
83	www.dreamstime.com	ID: 13281712
83	www.dreamstime.com	ID: 13281712
83	www.dreamstime.com	ID: 33835585
83	www.dreamstime.com	ID: 33835585
83	www.dreamstime.com	ID: 19208136
83	www.dreamstime.com	ID: 36379149
84	www.dreamstime.com	ID: 13281712
84	www.dreamstime.com	ID: 19891453
87	www.dreamstime.com	ID: 27882825
87	www.dreamstime.com	ID: 28110054
88	www.dreamstime.com	ID: 25407246
88	www.dreamstime.com	ID: 44991020
88	www.dreamstime.com	ID: 22520691
89	www.dreamstime.com	ID: 28181309
89	www.dreamstime.com	ID: 36550845
89	www.dreamstime.com	ID: 36550845
89	www.dreamstime.com	ID: 36550845
90	www.dreamstime.com	ID: 21932687
90	Yayınevi Arşivi	
91	http://tahlil.com/tahlil.com/wp-content/uploads/2014/03/rasitism.jpg (27.01.2018)	
92	www.dreamstime.com	ID: 99219886
92	www.dreamstime.com	ID: 8670939
92	http://aday.bezmialem.edu.tr/fotogaleri/20.jpg (08.06.2018)	
93	www.dreamstime.com	ID: 34325983
93	www.dreamstime.com	ID: 27472107
95	www.dreamstime.com	ID: 27276029
96	www.dreamstime.com	ID: 29004565
96	www.dreamstime.com	ID: 29004565
96	www.dreamstime.com	ID: 29004565
97	www.dreamstime.com	ID: 33122104
98	www.dreamstime.com	ID: 39182705
99	www.dreamstime.com	ID: 4230818
99	www.dreamstime.com	ID: 19443516
101	www.dreamstime.com	ID: 24267570
102	www.dreamstime.com	ID: 27300759
102	www.dreamstime.com	ID: 28039287
103	Yayınevi arşivi	
104	www.dreamstime.com	ID: 36379167
105	www.dreamstime.com	ID: 14220206
105	www.dreamstime.com	ID: 14220206
105	www.dreamstime.com	ID: 19000280
106	www.dreamstime.com	ID: 4230818
106	www.dreamstime.com	ID: 19000280
107	www.dreamstime.com	ID: 35101964
107	www.dreamstime.com	ID: 33952942
108	www.dreamstime.com	ID: 13894061
109	http://hons201chrissygalotti.files.wordpress.com/2012/10/obese.jpg (02.01.2018)	
113	www.dreamstime.com	ID: 29309208
113	Yayınevi arşivi	
114	www.dreamstime.com	ID: 45117248
114	www.dreamstime.com	ID: 76483817
114	www.dreamstime.com	ID: 21742527
114	www.dreamstime.com	ID: 37933303
115	www.dreamstime.com	ID: 27707205
115	www.dreamstime.com	ID: 21932687
117	www.dreamstime.com	ID: 20085850
117	www.dreamstime.com	ID: 20085850
117	www.dreamstime.com	ID: 20085850
117	www.dreamstime.com	ID: 20085850
120	www.dreamstime.com	ID: 4230818
121	www.dreamstime.com	ID: 32095688
122	www.dreamstime.com	ID: 24311865
122	www.dreamstime.com	ID: 22901606
123	www.dreamstime.com	ID: 19337292
124	www.dreamstime.com	ID: 19337297
124	www.dreamstime.com	ID: 19315183
125	www.dreamstime.com	ID: 13063308
126	www.dreamstime.com	ID: 26526123
127	http://classconnection.s3.amazonaws.com/469/flashcards/1029469/jpg/blood_vessel_structure1330913997724.jpg (02.01.2018)	
128	www.dreamstime.com	ID: 30636569
128	www.dreamstime.com	ID: 22858293

128	www.dreamstime.com	ID: 23165500
129	www.dreamstime.com	ID: 23165500
129	www.dreamstime.com	ID: 23165500
131	Yayınevi Arşivi	
131	www.dreamstime.com	ID: 37786150
132	www.dreamstime.com	ID: 14787673
132	www.dreamstime.com	ID: 18706692
133	www.dreamstime.com	ID: 36572498
133	www.dreamstime.com	ID: 27538550
133	www.dreamstime.com	ID: 27393999
133	www.dreamstime.com	ID: 27393999
133	www.dreamstime.com	ID: 27393999
134	www.dreamstime.com	ID: 21141472
135	www.dreamstime.com	ID: 7023767
135	www.dreamstime.com	ID: 40157845
136	www.dreamstime.com	ID: 24423741
137	www.dreamstime.com	ID: 18879049
137	www.dreamstime.com	ID: 18166492
138	www.dreamstime.com	ID: 22132891
138	www.dreamstime.com	ID: 19798094
139	www.dreamstime.com	ID: 27809292
139	www.dreamstime.com	ID: 27809292
140	www.dreamstime.com	ID: 19443516
141	www.dreamstime.com	ID: 18958948
141	www.dreamstime.com	ID: 18958948
144	www.dreamstime.com	ID: 39608151
145	www.dreamstime.com	ID: 23617030
145	www.dreamstime.com	ID: 15079829
146	www.dreamstime.com	ID: 19085595
146	www.dreamstime.com	ID: 3387774
147	www.dreamstime.com	ID: 21932687
148	www.dreamstime.com	ID: 54939562
149	www.dreamstime.com	ID: 35535072
149	www.dreamstime.com	ID: 35535072
150	www.dreamstime.com	ID: 21141472
153	www.dreamstime.com	ID: 81370918
154	www.dreamstime.com	ID: 31606400
154	www.dreamstime.com	ID: 27809772
155	www.dreamstime.com	ID: 25273962
155	www.dreamstime.com	ID: 25273962
155	www.dreamstime.com	ID: 22693768
155	www.dreamstime.com	ID: 22693768
157	www.dreamstime.com	ID: 13063308
157	http://cannotbreakrich.blogspot.com.tr/2018/02/re.html	
159	www.dreamstime.com	ID: 23933611
159	www.dreamstime.com	ID: 28061857
159	www.dreamstime.com	ID: 21840815
160	www.dreamstime.com	ID: 34703626
160	www.dreamstime.com	ID: 21932687
161	www.dreamstime.com	ID: 28925994
161	www.dreamstime.com	ID: 46640325
162	Arslan, O., Bahar, M. & Özel, A.Ç. (2011). Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu. Palme Yayıncılık	
162	Arslan, O., Bahar, M. & Özel, A.Ç. (2011). Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu. Palme Yayıncılık	
162	www.dreamstime.com	ID: 5498743
164	www.dreamstime.com	ID: 13063308
164	www.dreamstime.com	ID: 13063308
165	www.dreamstime.com	ID: 10244638
166	www.dreamstime.com	ID: 36709397
167	www.dreamstime.com	ID: 11672807
167	www.dreamstime.com	ID: 11672807
167	www.dreamstime.com	ID: 39697211
168	http://cnx.org/content/m46429/latest/2612_Blood_Flow_in_the_Kidneys.jpg (02.02.2018)	
169	http://www.austincc.edu/apreview/NursingPics/RenalPics/reabsorptionandsecretionoverview.jpg (02.02.2018)	
171	www.dreamstime.com	ID: 36216956
172	www.dreamstime.com	ID: 21932687
173	www.dreamstime.com	ID: 36970418
175	http://annahamilton.me/anatomy-of-sheep-kidney.html/anatomy-of-sheep-kidney-dissecting-organs-from-the-deli-krieger-science (09.09.2018)	
175	www.dreamstime.com	ID: 39358304
175	www.dreamstime.com	ID: 305919
177	www.dreamstime.com	ID: 32968721
178	www.dreamstime.com	ID: 29055257
179	www.dreamstime.com	ID: 27345480
181	www.dreamstime.com	ID: 92205761
181	www.dreamstime.com	ID: 38952577
182	www.dreamstime.com	ID: 27345475
184	www.dreamstime.com	ID: 35248260
184	www.dreamstime.com	ID: 11281233
185	www.dreamstime.com	ID: 27345466
185	www.dreamstime.com	ID: 27345466
185	www.dreamstime.com	ID: 27345466
185	www.dreamstime.com	ID: 27345466
186	www.dreamstime.com	ID: 27447129
187	www.dreamstime.com	ID: 28391947
188	www.dreamstime.com	ID: 44005364
188	www.dreamstime.com	ID: 43948520
189	Yayınevi arşivi	
189	www.dreamstime.com	ID: 40608229

190	www.dreamstime.com	ID: 30722006
190	www.dreamstime.com	ID: 30721999
190	www.dreamstime.com	ID: 30721997
190	www.dreamstime.com	ID: 30487781
191	www.dreamstime.com	ID: 92133349
191	www.dreamstime.com	ID: 60840718
192	www.dreamstime.com	ID: 14427389
193	www.dreamstime.com	ID: 48838848
194	www.dreamstime.com	ID: 5943394
195	www.dreamstime.com	ID: 21932687
195	www.dreamstime.com	ID: 91235479
199	Yayınevi arşivi	
200	www.dreamstime.com	ID: 32775542
203	www.dreamstime.com	ID: 13281712
203	www.dreamstime.com	ID: 27472107
203	www.dreamstime.com	ID: 34372367
204	www.dreamstime.com	ID: 24311865
206	www.dreamstime.com	ID: 41846470
208	www.dreamstime.com	ID: 7490361
209	www.dreamstime.com	ID: 13007211
209	www.dreamstime.com	ID: 6268096
210	Yayınevi arşivi	
210	www.dreamstime.com	ID: 23361441
212	Yayınevi arşivi	
212	www.dreamstime.com	ID: 32862830
212	www.dreamstime.com	ID: 28686515
213	www.dreamstime.com	ID: 13466980
214	www.dreamstime.com	ID: 39020200
214	www.dreamstime.com	ID: 27288029
214	https://www.nudge.nl/media/uploads/zinnia/rhizobium1.jpg (12.02.2018))	
214	www.dreamstime.com	ID: 16443535
214	www.dreamstime.com	ID: 30328253
215	http://www.warrenphotographic.co.uk/photography/bigs/01080-Crocodile-with-Egyptian-Plover.jpg (12.02.2018))	
215	www.dreamstime.com	ID: 21742481
215	www.dreamstime.com	ID: 39628840
216	http://farm8.static.flickr.com/7285/8741970596_0a3b1b98c8.jpg (12.02.2018))	
216	www.dreamstime.com	ID: 43059490
216	www.dreamstime.com	ID: 50032937
216	www.dreamstime.com	ID: 40440498
216	www.dreamstime.com	ID: 574467
217	www.dreamstime.com	ID: 38732893
217	www.dreamstime.com	ID: 28242
217	www.dreamstime.com	ID: 37610070
217	www.dreamstime.com	ID: 23611733
218	http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/zombi-karincalar (01.02.2018)	
219	www.dreamstime.com	ID: 6917115
220	www.dreamstime.com	ID: 45003705
220	www.dreamstime.com	ID: 38300883
223	www.dreamstime.com	ID: 2909525
223	www.dreamstime.com	ID: 5023861
224	www.dreamstime.com	ID: 29444360
225	www.dreamstime.com	ID: 31740221
225	www.dreamstime.com	ID: 16232184
225	www.dreamstime.com	ID: 45477302
225	www.dreamstime.com	ID: 33556579
225	www.dreamstime.com	ID: 22566666
225	www.dreamstime.com	ID: 40758786
242	www.dreamstime.com	ID: 4230917
243	www.dreamstime.com	ID: 33122104